



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA

TITULO

“Diseño de un sistema de climatización para la residencia estudiantil del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería”.

AUTORES

Br. Carlos Elías Gaitán Hernández
Br. Kennethe Steven Pérez.

TUTOR

Ing. Donald Pérez Palma

Managua, 26 de Julio de 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

PÉREZ KENNETH STEVEN

Carne: **2014-1267U** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECÁNICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los once días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

GAITAN HERNANDEZ CARLOS ELIAS

Carne: **2014-0880U** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los once días del mes de diciembre del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





DECANATURA

Managua, 04 de febrero de 2019

Brs Carlos Elías Gaitán Hernández
Kennethe Steven Pérez

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **"Diseño de un sistema de climatización para la residencia estudiantil del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería"**, para obtener el título de **Ingeniero Mecánico** y que contará con el **Ing. Donal Pérez Palma** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,



MSc. Lester Antonio Artola Chavarria
Decano



C/c Archivo
LACH/art

AGRADECIMIENTO

*Agradezco a **Dios** padre celestial por darme la sabiduría del saber, por brindarme fortaleza para poder cumplir este sueño que tanto anhelaba en mi vida, gracias señor por las bendiciones, a ti creador te debo mi vida y lo que soy...*

*A mis hermanos **Kimberly del Socorro Díaz Pérez** y **Jonathan Joaquín Moya Pérez**, por servirme de ejemplo de responsabilidad.*

*A mi abuela **Ana Joaquina Pérez Ruiz** quien siempre me dió ese cariño, muy humildemente, quien siempre me aconsejaba, a esa viejita linda que me inculcó las ganas de triunfar y salir adelante en la vida.*

*A mi esposa **Yarixia de los Angeles Solís Pérez** por estar siempre a mi lado, dándome ánimos de luchar y por servir más que una compañera en los momentos decisivos de mi vida.*

*Quiero Agradecer a mis compañeros de la Residencia Estudiantil “**LOS INTERNOS**” con quienes pude compartir muchas vivencias en el trayecto de mi vida académica como estudiante, experiencias sociales, amistades y sobre todo el intercambio de conocimiento en las diversas disciplinas que se ligaban a asignaturas de mi carrera.*

*Agradezco fraternamente al Ing. **Donald Pérez Palma**, por servir de tutor de esta tesis monográfica, por siempre estar dispuesto para recibarnos antes las consultas que tuvimos en el trayecto del desarrollo de la tesis.*

*Quiero agradecer al **cuerpo docente en general** quienes hicieron parte de mi vida en el momento de mi formación profesional, por ser parte de las enseñanzas del día a día, por permitirme afrontar nuevos retos que me hacían dar lo mejor de mí.*

En fin quiero agradecer a mis familiares, amigos y colegas que estuvieron ahí apoyándome, dándome ánimo, confiando en mí dándome espíritu de lucha a todos ellos muchas gracias.

Br, Kennethe Steven Pérez.

AGRADECIMIENTO

En primer instancia agradezco a Dios por brindarme paciencia y sabiduría, disciplina que me ha permitido llegar hasta esta etapa profesional y culminar con éxito este trabajo monográfico, sin la ayuda de él no hubiera sido posible.

Agradezco a mi madre Fidelina Hernández por brindarme su apoyo, a mis hermanos Marvin e Iliana por ser ellos mis segundos padres los que me han brindado su ayuda incondicional y me han permitido desarrollarme en mi vida académica como social.

Agradezco al Ing. Donald Palma por habernos guiado en el proceso de este proyecto monográfico, a cada uno de los docentes que compartieron sus conocimientos y dejaron una semilla para llegar a formar parte del maravilloso mundo de la ingeniería.

Mis más sinceros agradecimientos a mis amigos y demás personas que han colaborado directa e indirectamente con mi desarrollo y que me han dado ánimos en los momentos que ha sido necesario.

Br. Carlos Elías Gaitan Hernández

DEDICATORIA

*Dedico esta tesis monográfica con mucho cariño, sacrificio y orgullo a mi madre **Sara María Pérez**, quien desde mi niñez supo guiarme en el camino de la educación, que siempre estuvo aconsejándome y deseándome lo mejor en la vida, a ella quien me regaló la fortuna más deseada por el ser humano el “educación”, para ti la mejor mamá del mundo, quién estuviste ahí apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida, dándome ánimo confiando en mí, a esa mujer valiosa, luchadora y emprendedora dedico con mucho amor esta tesis monográfica.*

Br. Kenneth Steven Pérez

DEDICATORIA

A mi padre que, aunque ya no este con vida le debo lo que soy, su apoyo, sus enseñanzas han influido en mi formacion como ser humano y profesional, es a él a quien le debo honor y le dedico este proyecto con mucho amor y cariño.

Br. Carlos Elias Gaitan Hernandez

RESUMEN

Este proyecto monográfico se realiza para determinar la carga térmica de enfriamiento por cada habitación de la Residencia Estudiantil del Recinto Universitario Simón Bolívar , (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería, proponiendo la respectiva instalación de equipos de climatización, para lograr un ambiente de confort higrotérmico en cada una de estas habitaciones.

Se brinda información del edificio respecto a la los cálculos realizados para determinar la carga térmica de enfriamiento, el cual se detalla paso a paso dentro de este documento, seguido de un minucioso análisis para la selección de equipos tomando en cuenta parámetros de eficiencia energética y la viabilidad de adquisición de los mismos considerando factores económico ambientales.

Se realiza un plan de instalación con el fin de que estos equipos seleccionados queden instalados de manera correcta en la mejor posición posible dentro de cada una de las habitaciones, como objetivo de mejora continua se recomiendan periodos de mantenimiento de los equipos, así como las actividades que se deben ejecutar en los equipos, evitando posibles accidentes y garantizando la vida útil del equipo.

Abreviaturas y significados

A: área

Ag: área de ventana.

Aw: área de pared.

V: Volumen.

BH: Temperatura de bulbo húmedo

BTU: Unidad térmica británica.

BS: Temperatura de bulbo seco

CFM: Pies cúbicos por minuto.

Cs: Coeficiente de sombreado.

DTCE: Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento.

DTCEc: Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento corregido.

°F: Grados Fahrenheit.

f: Factor de corrección por ventilación en entre techos.

Fc: Factor para corregir cada ganancia de calor sensible en el recinto.

Fce: factor de carga de enfriamiento

FGSC: factor de ganancia de calor solar.

Ft²: Pies cuadrados.

FB: Factor de balastro

HR: Humedad relativa.

K: Factor de corrección por color de superficie.

k: Conductancia térmica

kVA: Potencia activa.

kW: kilo watt

L: Longitud.

LM: Factor de corrección por latitud y mes.

kWh; Consumo de energía.

Fc: Factor de corrección del calor sensible del recinto.

RSHG: Carga de refrigeración sensible del recinto.

RLHG: Carga de refrigeración latente del recinto.

RTHG: Carga de refrigeración total del recinto.

C.A: Cambios de aire.

n: número de personas.

N: número de equipos

Q: ganancia neta del recinto por conducción a través de techo, paredes, vidrio o puertas.

Ql: calor latente

Qs: calor sensible.

Qt: Calor total.

R: Resistencia térmica.

RD: Rango diario.

BH: Temperatura de bulbo húmedo.

Tr: Temperatura de recinto.

To: Temperatura de media de diseño de exterior.

U: Coeficiente global de transferencia de calor.

Uw: Coeficiente de transferencia de calor pared.

Ug: Coeficiente de transferencia de calor vidrio

Pr: Temperatura de punto de rocío.
°C: Grados celcius.
h: Hora.
h: Entalpia especifica.
v: Volumen especifico.
m: Masa.
We: Humedad absoluta del aire exterior.
Wi: Humedad absoluta del aire interior.
Kg: Kilogramos.
lb: Libras.
gr: Granos.
DT: Diferencial de temperatura.
RSR: Relación de calor sensible.
FC: Factor de contacto.
FD: Factor de desvió.
TSE: Temperatura superficial efectiva.
TR: Toneladas de refrigeración.
UTA: Unidad de tratamiento de aire.
P_{atm}: Presión atmosférica.
 ρ : Densidad.
D_{eq}: Diámetro equivalente.
EER: Índice de eficiencia energética.
COP: Coeficiente de rendimiento.
SEER: Factor de eficiencia energética estacional.
SCOP: Coeficiente de rendimiento estacional.
RITE: Reglamento de instalaciones térmicas en edificios.
ASHRAE: Sociedad americana de ingenieros en calefacción ventilación y aire acondicionado.

EES: Solucionador de Ecuaciones de Ingeniería.
INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
CLTD/CLF: Diferencia de temperatura de la carga de enfriamiento/ Factor de carga de enfriamiento.

<u>INDICE</u>	<u>Págs</u>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. OBJETIVOS.....	4
V. MARCO TEÓRICO	5
5.1. Generalidades del Aire Acondicionado y Climatización.	5
5.1.1 Historia del Aire Acondicionado.....	5
5.1.2. Definiciones Generales de Refrigeración.....	6
5.1.3. Funcionamiento del ciclo de Refrigeración.	7
5.2 Componentes principales de los equipos de acondicionamiento de aire	9
5.2.1. Evaporador.....	9
5.2.2. Compresor.....	9
5.2.3. Condensador.....	10
5.2.4. Dispositivos de Control de Flujo.	11
5.2.5. Controles de Seguridad.....	12
5.3. Mecanismo de Transferencia de calor	13
5.3.1. Conducción.	13
5.3.2. Convección.....	13
5.3.3. Radiación.....	14
5.4. Cálculos de Cargas de Enfriamiento	15
5.4.1. Ganancia de calor en recintos.....	15
5.5. Refrigerantes.....	17
5.5.1 Definición.	17
5.5.2. Propiedades de los refrigerantes.	18
5.5.3 Nomenclatura de los refrigerantes.	18
5.5.4 Refrigerantes alternativos.	19

5.6 Psicometría	19
5.6.1 Definición.....	19
5.6.2 Composición del aire seco y aire húmedo.....	20
5.6.3 Carta Psicométrica.....	20
5.6.4. Líneas de proceso en la carta psicométrica.....	22
5.6.5. Variaciones de calor latente humidificación y deshumidificación.....	23
5.6.6. Cálculo de procesos de variación de calor sensible (calefacción y enfriamiento sensible).....	23
5.6.7. Cálculo de procesos de variación de calor latente (humidificación y deshumidificación).....	24
5.6.8. Proceso de mezclado de aire	24
5.6.9. Relación de calor sensible.....	25
5.6.10. RSHR o línea de condiciones.....	25
5.6.11. Línea de proceso del serpentín.....	25
5.6.12. Factor de contacto y factor de derivación (BYPASS).....	26
5.6.13. Temperatura superficial efectiva	26
5.7 Tipos de sistemas de aire acondicionado.....	26
5.7.1 Sistemas de aire acondicionado compacto de Ventana.....	26
5.7.2 Sistemas de aire acondicionado compactos Portátil.....	26
5.7.3 sistema de acondicionamiento tipo Split.....	27
5.7.4 Sistema central separado.....	29
5.7.5 Sistema tipo paquete.....	32
5.7.6 Sistema tipo Chiller.....	33
5.7.7. Sistema de distribución de aire- Cálculos de conductos.....	33
5.8 Tecnologías Inverter y Eficiencia Energética en Aire Acondicionado. ...	36
5.8.1. Tecnología Inverter en equipos de Refrigeración	36
5.8.2. Aire acondicionado y su nivel de eficiencia energética (EER y COP, SEER y SCOP).....	38
5.8.3. Aires Acondicionados de Eficiencia Estándar Vs Alta Eficiencia Inverter	39
5.8.4. Relación de SEER con EER y COP General para ambas tecnologías	39
5.9 Criterios necesarios para seleccionar un Aire Acondicionado	40

5.10 La estandarización del confort.....	41
5.10.1 RITE.....	41
5.10.2 ISO 7730:2005.....	41
5.10.3 ASRHAE 55:2004. <i>“Thermal environmental conditions for human occupancy”</i>	42
VI. DISEÑO METODOLÓGICO.....	43
VII. ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS.	47
7.1 Metodología de cálculo para cargas de enfriamientos comerciales	48
7.2 Cálculo de Propiedades Psicométricas interiores con el software de Ingeniería EES (Engineering Equation Solves).	50
7.2.1 Parámetros de Diseño Interior.....	51
7.2.2 Parámetros de Diseño Exterior.	51
7.3 MEMORIA DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICA.....	55
7.3.1 Conducción a través de estructura exterior.	55
7.3.2 Ganancia de calor a través de la estructura interior	62
7.3.3 Ganancia de calor por radiación solar a través de vidrio.	64
7.3.4 Ganancia de calor por iluminación.....	66
7.3.6 Ganancia de calor debida al equipo.	67
7.3.7 Ganancia por infiltración	68
7.3.8 Transferencia de calor a los alrededores.....	70
7.4 Carga de enfriamiento del recinto.....	71
7.4.1 Carga de enfriamiento total para el bloque de habitaciones 1-4	71
7.4.2 Factor de Seguridad para la Carga Térmica de Enfriamiento.....	71
7.4.3 Cálculo de la Ganancia de Calor Total del Recinto.	72
7.7 Resumen completo de cálculo de cargas de enfriamiento para la residencia estudiantil	73
VIII. SELECCIÓN DEL SISTEMA Y EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO.....	76
8.1 Análisis psicométrico del sistema	77
8.1.1 Relación de calor sensible.	77
8.1.2 RSHR o línea de Condiciones.	78
8.1.3 Análisis psicométrico completo del diseño.	78

8.2 Consumo energético del equipo seleccionado	84
8.2.1 Factor de Utilización.....	86
8.3 análisis técnico - económico del proyecto	87
IX. PLAN DE INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	92
9.1 Procedimiento de instalación para unidades tipo Split de pared	93
9.1.2. Seleccionar la mejor ubicación.....	94
9.1.3 Cómo fijar la placa de instalación	95
9.1.4 Perforación de agujeros en la pared	95
9.1.5 Tareas de ensanchamiento y conexión de tubos	96
9.2 PLAN DE INSTALACIÓN PARA UNIDADES PISO TECHO.....	107
9.2.1 Instrucciones de Seguridad.....	107
9.2.2 Recepción e Inspección de las Unidades	108
9.2.3 Herramientas para instalación.	109
9.2.4 Instalación de unidades condensadoras	109
9.2.5 Instalación de unidades evaporadoras	111
X. CONCLUSIONES	114
XI. RECOMENDACIONES	116
XII. BIBLIOGRAFIA.....	117
XIII. ANEXOS.....	119

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de climatización forman parte de la comodidad del ser humano, para el normal desempeño de sus labores. En Nicaragua y en la gran mayoría de los países cálidos, la climatización no es un lujo sino una necesidad. La climatización se hace necesaria en sectores industriales, comerciales y en locales donde generalmente se utilizan recintos cerrados de condiciones ambientales sin confort alguno, provocando estrés térmico y/o el deterioro de algunos dispositivos electrónicos, esto hace necesario utilizar equipos de acondicionamiento de aire para mantener las condiciones de confort higrotérmico, y bienestar humano dentro de un recinto.

A pesar de la necesidad de la utilización de equipos de climatización, es necesario realizar un buen diseño lo más apegado a la realidad, considerando los costos de los equipos, así como su mantenimiento, en virtud de producir el mínimo consumo energético.

El presente documento está centrado en realizar el diseño de un sistema de climatización para la residencia estudiantil ubicado en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUSB), en el cual se harán los estudios necesarios para determinar la ganancia de calor total y la carga de enfriamiento necesaria, tomando en consideración las condiciones de trabajo, así como también el análisis psicrométrico del sistema, con la finalidad de hacer la apropiada selección del equipo a instalar garantizando la satisfacción y comodidad a los usuarios que hagan uso de este local.

II. ANTECEDENTES

Desde el principio de la historia el hombre siempre se ha preocupado por mejorar las condiciones de vida y en especial las climáticas que lo rodean, tanto para mantenerse caliente cuando el clima esta frio y mantenerse fresco cuando el clima está muy caluroso.

La vivienda Estudiantil está localizada en el “Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería” (UNI), fue construida con el propósito de generar espacios de alojamientos a estudiantes provenientes de zonas alejadas y de difícil acceso, rompiendo el paradigma de no poder estudiar en dicha universidad a causa de la lejanía y la falta de alojamiento.

A la actualidad la residencia estudiantil no está climatizada en totalidad, cuenta con 32 habitaciones, que son ocupadas por los becados residentes, solo posee una oficina y un área de cómputo que están debidamente climatizados.

La climatización dentro de la residencia estudiantil es un proyecto que se ha querido implementar a fin de brindar a los becados residentes, un local con un ambiente agradable de confort, debido a las limitadas dimensiones que posee cada habitación y al número de ocupantes en cada uno de ellos, siendo esta la cantidad de cuatro personas por cada cuarto.

Como se hizo mención con anterioridad se carece de un sistema de climatización, se ha podido contemplar que a lo largo de los años los mismos usuarios han sugerido a través de encuestas y de manera personal, la incorporación del acondicionamiento de la residencia.

III. JUSTIFICACIÓN

El siguiente trabajo se realizó con la finalidad de proporcionar un ambiente agradable y cómodo dentro de las instalaciones de la residencia estudiantil, así como también, servir como un modelo de guía para el cálculo, desarrollo y ejecución de proyectos en zonas residenciales, enmarcado con un enfoque de carácter científico-práctico, que perfectamente puede ser presentado en la asignatura de Refrigeración y Aire Acondicionado.

Además de ofrecer mejores condiciones ambientales de confort higrotérmico en la residencia estudiantil, la ejecución de este proyecto serviría a la comunidad universitaria como atractivo académico, al ser la primera universidad pública en el país, en contar con un internado de calidad con habitaciones climatizadas. Con todo lo mencionado con anterioridad, se procedió a la realización del presente trabajo para la climatización de la residencia estudiantil, para lograr un ambiente confort agradable en el local.

El **objeto de estudio** es el diseño de sistemas de climatización, **su campo de acción** está enfocado en las actividades de diseño, instalación, mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración, aplicando los conocimientos desarrollados a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecánica principalmente ligados a asignaturas como termodinámica, transferencia de calor, mantenimiento y refrigeración y aire acondicionado.

Se define como hipótesis:

“Si se ejecutase el proyecto de diseño de climatización a partir de una base sólida de cálculos e información técnicos de los equipos instalados, podrán verse reducidos los costos de instalación, operación, mantenimiento y, energía eléctrica, garantizando un control y monitoreo de los equipos en la residencia.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

1. Diseñar un Sistema de Climatización para la Residencia Estudiantil del Recinto Universitario “Simón Bolívar” de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Objetivos específicos

- 1) Calcular la carga higrotérmica de enfriamiento para cada una de las habitaciones de la residencia estudiantil, aplicando la metodología diferencia de temperatura de la carga de enfriamiento/ Factor de carga de enfriamiento (CLTD/CLF) de la ASHRAE.
- 2) Evaluar las condiciones estructurales de la residencia estudiantil para la determinación del tipo de sistema de climatización a instalar, haciendo uso de los planos arquitectónicos del local.
- 3) Seleccionar el tipo de sistema y equipo de acondicionamiento de aire que satisfaga las condiciones de confort, considerando la eficiencia energética de los equipos y su costo.
- 4) Elaborar un análisis técnico-económico en base a costos de los equipos y consumo energético, a partir de la consolidación de datos proporcionados por las empresas que comercializan equipos de climatización.
- 5) Diseñar un plan de instalación de los equipos y accesorios seleccionados de acuerdo al tipo de sistema, analizando las condiciones de acceso para la ejecución del mantenimiento.

V. MARCO TEÓRICO

5.1. Generalidades del Aire Acondicionado y Climatización.

5.1.1 Historia del Aire Acondicionado.

Uno de los grandes sistemas para suprimir el calor fue el de los egipcios, donde utilizaban principalmente en el palacio del faraón, cuyas paredes estaban formadas por enormes bloques de piedra con un peso superior a mil toneladas. Se dice que el faraón disfrutaba de temperaturas alrededor de 26° Celsius

En 1848, Lord Kelvin, inventó el principio del aire acondicionado con el objetivo de conseguir un ambiente agradable y sano, el científico creó un circuito frigorífico hermético, basado en la absorción del calor a través de un gas refrigerante (Báez, 2006).

Para ello, se basó en tres principios:

- ❖ El calor se transmite de la temperatura más alta a la más baja.
- ❖ El cambio de estado del líquido a gas absorbe calor.
- ❖ La presión y la temperatura están directamente relacionadas.

En 1902, el estadounidense Willis Haviland Carrier sentó las bases de la refrigeración moderna y al encontrarse con los problemas de la excesiva humidificación del aire enfriado, desarrolló el concepto de climatización de verano. En 1911, Carrier, reveló su fórmula racional Psicrométrica básica, a la Asociación Americana De Ingenieros Mecánicos, la fórmula hoy en día sigue siendo la base de todos los cálculos fundamentales para la industria del aire acondicionado.

En 1928 desarrolló el primer equipo que enfriaba, calentaba, limpiaba y hacía circular el aire para casas y departamentos (Báez, 2006).

5.1.2. Definiciones Generales de Refrigeración.

5.1.2.1. Aire Acondicionado: Es el proceso más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados, consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales (Ecured, 2015).

5.1.2.2. Climatización: “Consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados” (Ecured, 2015).

5.1.2.3. Calor: “Es la forma de energía que se transmite de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura” (Pita E. G., 1994, pág. 28).

5.1.2.4. Calor Sensible: Es el calor utilizado por el refrigerante para aumentar su temperatura, ya sea que esté en fase líquida o de vapor; es decir, por abajo o arriba de su temperatura de saturación. Cuando está en forma de vapor, este calor le ocasiona el sobrecalentamiento al refrigerante (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 55).

5.1.2.5. Calor Latente de Evaporación: “Cantidad de calor requerido por un kg de sustancia, para cambiar su estado de líquido a vapor” (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 265).

5.1.2.6. Presión: Se define como la fuerza aplicada sobre una superficie, por lo que sus unidades son $\text{kgf/m}^2 = \text{N/m}^2$. Es una de las propiedades termodinámicas más útiles, porque se mide directamente con facilidad. La unidad de presión en el SI, es el N/m^2 y se le llama Pascal (Pa), en honor al físico francés Blaise Pascal (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 237).

5.1.2.7. Temperatura: “Es una medida de la actividad térmica en un cuerpo. Esta actividad depende de la velocidad de las moléculas y demás partículas de las cuales se compone toda materia” (Pita E. G., 1994, pág. 28).

5.1.3. Funcionamiento del ciclo de Refrigeración.

En el ciclo de refrigeración circula un fluido refrigerante para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno, se debe extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado (Ministerio de Hacienda y crédito público, 2015).

El refrigerante comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia definitiva y vuelve a su condición inicial. Esta serie de procesos se denominan " ciclo de refrigeración" (ver figura 1, ciclo de refrigeración básico).

El ciclo de refrigeración simple se compone de cuatro procesos fundamentales, que son: **control y expansión, evaporación, compresión, condensación**, a continuación, se dará un breve resumen de cada uno de los puntos anteriores (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 10).

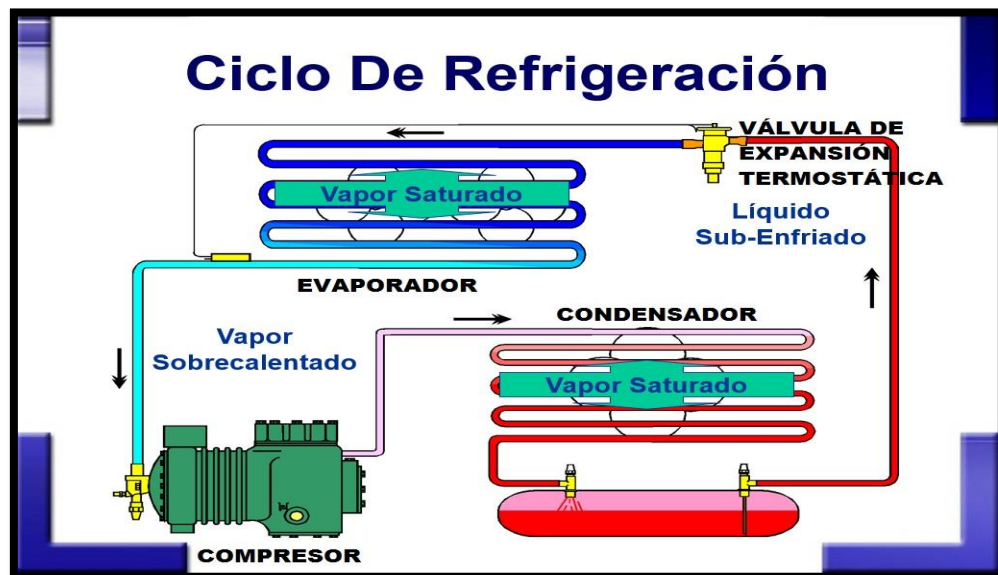


Figura 1: *Ciclo Básico de Refrigeración.* (Principios de Refrigeración, 2010)

5.1.3.1. Control y Expansión

Esta etapa es desarrollada por un mecanismo de control de flujo, este dispositivo retiene el flujo y expandiona al refrigerante para facilitar su evaporación posterior. Después de que el refrigerante deja el control del flujo se dirige al evaporador para absorber calor y comenzar un nuevo ciclo (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 11)

5.1.3.2. Evaporación

En la etapa de evaporación el refrigerante absorbe el calor del espacio que lo rodea y por consiguiente lo enfría. Esta etapa tiene lugar en un componente denominado evaporador, el cual es llamado así debido de que en el refrigerante se evapora cambia de líquido a vapor (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 11).

5.1.3.3. Compresión

El ciclo de compresión, al igual que es el ciclo de absorción, se obtiene el efecto frigorífico aprovechando el fluido utilizado como refrigerante, necesita obtener de su entorno el calor necesario para pasar del estado líquido al de vapor cuando es introducido en un espacio donde la presión es notablemente inferior a la que estaba sometido cuando se encontraba en fase líquida, antes de entrar en ella. El gas refrigerante es comprimido en el compresor y descargado a alta presión en la tubería que lo conduce al condensador donde, al ser enfriado se condensa cediendo calor al medio enfriador (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 11)

5.1.3.4. Condensación

La etapa de condensación del ciclo se efectúa en una unidad llamada “condensador” que se encuentra localizado en el exterior del espacio refrigerado. Aquí el gas refrigerante a alta presión y alta temperatura, rechaza calor hacia el medio ambiente (es enfriado por una corriente de agua o de aire), cambiando de gas a líquido frío y a una alta presión (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 11).

5.2 Componentes principales de los equipos de acondicionamiento de aire

5.2.1. Evaporador.

El artículo Evaporador (2014) afirma que:

Se conoce por evaporador al intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo.

Se pueden clasificar en dos tipos que se usan en el servicio de acondicionamiento de aire: evaporadores de expansión seca o directa, o evaporadores inundados. En los primeros el refrigerante pasa a través de la tubería y no hay almacenamiento de refrigerante líquido en el evaporador. En el evaporador inundado, se mantiene un nivel de líquido refrigerante. (Pita E. G., 1994, pág. 357), en la figura 2, se muestra unidad evaporadora con Fan Coil armado en una sola pieza para un sistema de aire tipo Split.



Figura 2. Unidad Evaporadora con Fan Coil armado en una sola pieza para un sistema de aire acondicionado tipo Split, fabricado por Carrier (Carrier, s.f).

5.2.2. Compresor.

Es el elemento principal de la instalación y aunque su contenido es diverso, siempre tiene como tal actividad la compresión del fluido frigorífico gaseoso a baja presión que procede del evaporador, disminuyendo su volumen y aumentando su temperatura, hasta una presión superior para que pueda ser condensado y así aprovechar, en el ciclo frigorífico el intercambio doble de calor entre el evaporador y el condensador. (Principios de Refrigeración, 2010, pág. 7)



Figura 3. *Compresor de tipo Scroll para un sistema de aire acondicionado fabricado por Copeland.*
(Carrier, s.f)

5.2.3. Condensador.

El condensador es un intercambiador de calor dispuesto para al estado líquido un refrigerante gaseoso comprimirlo, por cesión de calor a un medio distinto del fluido circulado. La condensación básicamente consiste, en transformar el refrigerante que sale del compresor en forma gaseosa a muy alta presión y temperatura en refrigerante líquido a una presión adecuada para el buen funcionamiento de la instalación (Principios de Refrigeración, 2010, pág. 18)



Figura 4. *Unidad condensadora de un sistema de aire acondicionado.* (Carrier, s.f)

5.2.4. Dispositivos de Control de Flujo.

Un dispositivo de control de flujo es el elemento que disminuye la presión de un fluido pasando de un estado de más alta presión y temperatura a uno de menor presión y temperatura. (Principios de Refrigeración, 2010, pág. 27)

El dispositivo de restricción provoca la caída de presión del refrigerante regula también el flujo del mismo de acuerdo con la carga. Algunos dispositivos con los que se cuenta son: el tubo capilar, la válvula termostática de expansión y la válvula de flotador en el lado de baja. Los primeros se usan en evaporadores de expansión seca o directa, y la válvula de flotador en el lado de baja se usa en los evaporadores inundados de las enfriadoras (Pita E. G., 1994, pág. 363).

5.2.4.1. Tubo Capilar

El tubo capilar es un tubo de diámetro muy pequeño y longitud considerable, que con ello origina la caída de presión necesaria. Se utiliza con frecuencia en las unidades pequeñas, como refrigeradores domésticos y acondicionadores de aire de ventana debido a su bajo costo y simplicidad (Pita E. G., 1994, pág. 363).

Para evitar que se evapore todo el líquido antes de entrar al evaporador se suele soldar junto con la línea de evaporación para evitar que robe calor del exterior (Principios de Refrigeración, 2010, p. 28)

5.2.4.2. Válvula de Expansión Termostática.

La válvula de expansión termostática o válvula de termo expansión, es un dispositivo de medición diseñado para regular el flujo de refrigerante líquido hacia el evaporador, en la misma proporción en que el refrigerante líquido dentro del evaporador se va evaporando (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 55).



Figura 5. Válvula de expansión para un sistema de aire acondicionado. (Carrier, s.f)

5.2.4.3. Válvula de flotador en el lado de baja

Una válvula de flotador en el lado de baja es un dispositivo de control de flujo que se usa en enfriadoras inundadas. Si se acumula demasiado refrigerante líquido debido a que el flujo no es adecuado. El flotador sube y un eslabonamiento abre la válvula, permitiendo más flujo (Pita E. G., 1994, pág. 364).

5.2.5. Controles de Seguridad.

Todos los sistemas de refrigeración incorporan varios dispositivos de control de seguridad, para proteger el equipo. Se deben determinar los dispositivos para cada sistema y para cada caso de acuerdo con las necesidades. A continuación, se presentan una lista de algunos dispositivos de seguridad disponibles.

- ❖ Un corte por alta presión detiene el compresor cuando la presión de descarga del refrigerante excede el límite de seguridad.
- ❖ Un corte por baja presión detiene el compresor cuando la presión de descarga del refrigerante en la succión está por debajo de un límite de seguridad.
- ❖ Un corte por baja temperatura percibe directamente la temperatura del refrigerante en el lado de baja y sirve para proteger contra el congelamiento.
- ❖ Un corte por baja presión de aceite detiene el compresor cuando la presión del aceite lubricante es inadecuada.
- ❖ Un interruptor de flujo detiene al compresor cuando el flujo de agua helada, o agua del condensador, son inadecuados (Pita E. G., 1994, pág. 364).

5.3. Mecanismo de Transferencia de calor

Un análisis termodinámico se interesa en la cantidad de transferencia de calor conforme un sistema pasa por un proceso, de un estado de equilibrio a otro. La transferencia de energía como calor siempre se produce del medio que tiene la temperatura más elevada hacia el de temperatura más baja, y la transferencia de calor se detiene cuando los dos medios alcanzan la misma temperatura.

El calor se puede transferir en tres modos diferentes: conducción, convección y radiación (Cengel, 2007, pág. 17).

5.3.1. Conducción.

La **conducción** es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas. La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. (Cengel, 2007, pág. 17)

La rapidez o razón de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de éste, su espesor y el material de que esté hecho, así como de la diferencia de temperatura a través de él.

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (\text{W})$$

Ecuación 5.1

5.3.2. Convección.

La transferencia de calor por convección se debe al movimiento del fluido. El fluido frío adyacente a superficies calientes recibe calor que luego transfiere al resto del fluido frío mezclándose con él (Kern, 1999, pág. 24).

La **convección** es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacentes que están en movimiento y comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos. Entre más rápido es el movimiento de un fluido, mayor es la transferencia de calor por convección (Cengel, 2007, pág. 25).

La rapidez de la transferencia de calor por convección es proporcional a la diferencia de temperatura y se expresa por la **ley de Newton del enfriamiento** como:

Ecuación 5.2

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA_s (T_s - T_{\infty}) \quad (\text{W})$$

5.3.3. Radiación.

En contraste con los mecanismos de conducción y convección, en donde está involucrada la transferencia de energía a través de un medio material, el calor también se puede transferir a regiones donde existe el vacío perfecto. En este caso, el mecanismo es la radiación electromagnética. (Holman, 1999, pág. 29)

“La transferencia de calor radiante no requiere la intervención de un medio, y el calor puede ser transmitido por radiación a través del vacío absoluto” (Kern, 1999, pág. 85)

La razón máxima de la radiación que se puede emitir desde una superficie a una temperatura termodinámica T_s (en K o R) es expresada por la **ley de Stefan-Boltzmann** como

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA_s (T_s - T_{\infty}) \quad (\text{W})$$

$$\dot{Q}_{\text{emitida, máx}} = \sigma A_s T_s^4 \quad (\text{W})$$

Ecuación 5.3

La superficie idealizada que emite radiación a esta razón máxima se llama **cuerpo negro** y la radiación emitida por éste es la **radiación del cuerpo negro**. La radiación emitida por todas las superficies reales es menor que la emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura y se expresa como:

$$\dot{Q}_{\text{emitida}} = \varepsilon \sigma A_s T_s^4 \quad (\text{W})$$

Ecuación 5.4

(Cengel, 2007, pág. 28)

5.4. Cálculos de Cargas de Enfriamiento

El interior de un edificio gana calor debido a varias fuentes. Si la temperatura y humedad del aire en los recintos se deben mantener a un nivel confortable, se debe extraer calor para compensar las ganancias mencionadas.

A la cantidad neta de calor que se retira se le llama carga de enfriamiento. El cálculo de la carga de enfriamiento se basa en los principios de transferencia de calor (Pita E. G., 1994, pág. 135).

5.4.1. Ganancia de calor en recintos.

Los componentes que contribuyen a la ganancia de calor en el recinto son los siguientes:

1. Conducción a través de paredes, techo y vidrios al exterior.
2. Conducción a través de divisiones internas, cielos rasos y pisos.
3. Radiación solar a través de vidrios.
4. Alumbrado.
5. Personas.
6. Equipos.
7. Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

Conviene agrupar en dos partes esas ganancias de calor: las que proceden de fuentes externas al recinto, y las que se generan internamente. Según la descripción anterior se ve que los puntos 1 a 3 son ganancias de calor externo, y los puntos 4 a 6 son ganancias de calor interno. Se puede considerar que la infiltración es una clase separada.

También conviene agrupar las ganancias de calor en dos grupos distintos: ganancias de calor sensible y de calor latente. Los puntos 1 a 4 solo son ganancias de calor sensible. Los puntos 5 y 7 son ganancias en parte de calor sensible y en parte de calor latente, y el punto 6 puede entrar en cualquiera de las categorías o en ambas, dependiendo del tipo de equipo (Pita E. G., 1994, pág. 136).

5.4.1.1. Conducción de calor através de estructura exterior.

Las ganancias de calor por conducción a través de paredes, techo y vidrios que dan al exterior se calculan con la siguiente ecuación:

$$Q_{Exterior} = U * A * DTCEe \quad \text{Ecuación 5.5}$$

(Pita E. G., 1994, pág. 136)

5.4.1.2. Conducción através de estructura interior.

El calor que pasa desde los espacios interiores sin acondicionamiento hasta los espacios acondicionados a través de divisiones, pisos y cielos rasos se puede calcular con la ecuación.

$$Q_{Interior} = U * A * DTCE \quad \text{Ecuación 5.6}$$

(Pita E. G., 1994, pág. 142)

5.4.1.3. Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento.

Es una diferencia de temperatura que toma en cuenta el efecto de almacenamiento de calor. Se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$DTCE_e = [(DTCE + LM)] * K + (78 - t_R) + (t_0 - 85) * f \quad \text{Ecuación 5.7}$$

(Pita E. G., 1994, pág. 136)

5.4.1.4. Radiación Solar a través de vidrios.

La energía radiante del sol pasa a través de materiales transparentes como el vidrio y se transforma en ganancia de calor al recinto. Su valor varía con la hora, la orientación, el sombreado y el efecto de almacenamiento. La ganancia neta de calor se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q = FGCS * A * CS * FCE \quad \text{Ecuación 5.8}$$

(Pita E. G., 1994, pág. 142)

5.4.1.5. Ganancia de calor por alumbrado.

La ecuación para calcular la ganancia de calor debida al alumbrado es:

$$Q = 3.412 * W * FB * FCE \quad \text{Ecuación 5.9}$$

5.4.1.6. Ganancia de calor por Personas.

La ganancia de calor debida a las personas se compone de dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor, pero no el calor latente.

Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son:

$$Q_s = q_s * n * FCE \quad \text{Ecuación 5.10}$$

$$Q_l = q_l * n * FCE \quad \text{Ecuación 5.11}$$

(Pita E. G., 1994, pág. 151)

5.4.1.7. Ganancia de calor por Equipos.

La ganancia de calor debida al equipo se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente (Pita E. G., 1994, pág. 151).

5.4.1.8. Ganancia de calor por Infiltración.

La infiltración de aire a través de fisuras en las ventanas o puertas ocasiona una ganancia de calor, tanto sensible como latente, en el recinto. La mayor parte de los sistemas de acondicionamiento de aire en el verano tienen ventilación mecánica que emplea algo de aire del exterior, con lo cual se reduce o se elimina la infiltración, porque se crea una presión positiva de aire dentro de la construcción. En este caso, el aire de ventilación no es una carga en el recinto, sino una carga para el equipo central de enfriamiento (Pita E. G., 1994, pág. 156).

5.5. Refrigerantes

5.5.1 Definición.

De manera general un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia, que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la

compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 136).

5.5.2. Propiedades de los refrigerantes.

5.5.2.1. Propiedades Termodinámicas.

Según VALYCONTROL,S.A.DE C.V (s.f), las propiedades Termodinámicas de los refrigerantes son las siguientes.

- | | | |
|---------------|------------|------------|
| ❖ Presión | ❖ Volumen | ❖ Densidad |
| ❖ Temperatura | ❖ Entalpia | ❖ Entropía |

5.5.2.2. Propiedades ambientales globales.

“Clorofluorocarbonos (CFCs) y hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) ambos afectan el ozono estratosférico y los cambios climáticos, mientras los hidrofluorocarbonos (HFCs) solo afectan los cambios climáticos” (ASHRAE, 2013).

5.5.3 Nomenclatura de los refrigerantes.

El Standard 34 de ASHRAE norma la nomenclatura de los gases Refrigerantes. “Los gases refrigerantes que se comercializan inician con la letra “R” y después aparecen números como el 22 o el 404 a etc.” (Gildardo, 2008)

1. La letra minúscula denota un gas Isómero ejemplo el R-134 a.
2. Las letras mayúsculas denotan una mezcla zeotrópica y quedan dentro de la serie 400 ejemplo en el R401A.
3. Si la mezcla es azeotrópica quedan en la serie 500 y el número es arbitrario ejemplo R-502, R-507.
4. Para los inorgánicos se reserva la serie 700, ejemplo R717 (amoniaco).
5. Respecto a los dígitos numéricos:
 - a) Primer dígito, de derecha a izquierda= números de átomos de F
 - b) Siguiente dígito= número de átomos de Hidrogeno + 1
 - c) Tercer Dígito= número de átomos de carbono -1

d) Cuarto digito= Número de enlaces dobles (Gildardo, 2008).

5.5.4 Refrigerantes alternativos.

El reglamento Europeo 517/2014 contempla una reducción gradual, desde 2015 en el uso de refrigerantes HFC por parte de los fabricantes de equipos de refrigeración. (Bisco, 2018)

5.5.4.1 Fluidos alternativos bajos en Potencial de calentamiento atmosférico (PCA).

5.5.4.1.1 Fluidos refrigerantes alternativos a R-134a.

La alternativa a este refrigerante, a la que se hace referencia de forma unánime como la favorita es la familia de los HFOs denominados R1234. Existen dos tipos el R1234yf y el R1234ze. Por otro lado, se tienen los hidrocarburos R600a y R270 (Bisco, 2018).

5.5.4.1.2 Fluidos refrigerantes alternativos a R404a.

Hay dos posibles planteamientos: el primero implica fluidos naturales, principalmente el propano (R290), mientras que el segundo incluye nuevas mezclas con un PCA definitivamente inferior del R404a como es el R454c, R454a, R452a, R448a/R449a y el sector minorista alimenticio parece inclinarse al CO₂ R744. (Bisco, 2018)

5.5.4.1.3 Fluidos refrigerantes alternativos a R410a.

“Uno de los sectores que está teniendo mayores dificultades debido a esta revolución de los refrigerantes es el aire acondicionado. Algunas alternativas que se están implementando son el ya conocido R32 y el R452b”. (Bisco, 2018)

5.6 Psicometría

5.6.1 Definición.

“La psicometría es la ciencia que utiliza las propiedades termodinámicas para analizar las condiciones y procesos implicados en la humedad del aire” (ASHRAE, 2013).

5.6.2 Composición del aire seco y aire húmedo.

El aire atmosférico contiene muchos componentes gaseosos como son el vapor de agua y un conjunto de gases contaminantes. El **aire seco** es aire atmosférico con todo el vapor de agua y contaminantes removidos. El **aire húmedo** es una mezcla binaria de aire seco y vapor de agua (ASHRAE, 2013).

5.6.3 Carta Psicométrica.

Una carta psicrométrica, es una gráfica de las propiedades del aire, tales como temperatura, *hr*, volumen, presión, etc. Las cartas psicrométricas se utilizan para determinar, cómo varían estas propiedades al cambiar la humedad en el aire (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 180).

En una carta psicrométrica se encuentran todas las propiedades del aire, de las cuales las de mayor importancia son las siguientes:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Temperatura de bulbo seco (<i>bs</i>). | 5. Humedad absoluta (<i>ha</i>). |
| 2. Temperatura de bulbo húmedo (<i>bh</i>). | 6. Entalpía (<i>h</i>). |
| 3. Temperatura de punto de rocío (<i>pr</i>) | 7. Volumen específico. |
| 4. Humedad relativa (<i>hr</i>). | |

1. Temperatura de Bulbo Seco: En primer término, tenemos la temperatura de bulbo seco. Como ya sabemos, es la temperatura medida con un termómetro ordinario. Esta escala es la horizontal (abscisa), en la parte baja de la carta, según se muestra en la figura 6. Las líneas que se extienden verticalmente, desde la parte baja hasta la parte alta de la carta, se llaman líneas de temperatura de bulbo seco constantes, o simplemente «líneas de bulbo seco» (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 182).

2. Temperatura de Bulbo Húmedo: Es la segunda propiedad del aire de nuestra carta psicrométrica. Corresponde a la temperatura medida con un termómetro de bulbo húmedo.

La escala de temperaturas de bulbo húmedo, es la que se encuentra del lado superior izquierdo, en la parte curva de la carta psicrométrica, como se muestra en la figura 6. Las líneas de temperatura de bulbo húmedo constantes o líneas de bulbo húmedo, corren diagonalmente de izquierda a

derecha y de arriba hacia abajo, en un ángulo de aproximadamente 30° de la horizontal (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 182).

3. **Temperatura de Punto de Rocío:** Es otra propiedad de aire incluida en una carta psicrométrica. Esta es la temperatura a la cual se condensará la humedad sobre una superficie. La escala para las temperaturas de punto de rocío es idéntica que la escala para las temperaturas de bulbo húmedo; es decir, es la misma escala para ambas propiedades. Sin embargo, las líneas de la temperatura de punto de rocío, corren horizontalmente de izquierda a derecha, como se ilustra en la figura 6, no en forma diagonal como las de bulbo húmedo (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 182) .
4. **Humedad Relativa:** En una carta psicrométrica completa, las líneas de humedad relativa constante son las líneas curvas que se extienden hacia arriba y hacia la derecha. Se expresan siempre en porciento, y este valor se indica sobre cada línea (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 183).
5. **Humedad Absoluta:** La humedad absoluta, es el peso real de vapor de agua en el aire. También se le conoce como humedad específica. La escala de la humedad absoluta es la escala vertical (ordenada) que se encuentra al lado derecho de la carta psicrométrica, como se indica en la figura 6.

Los valores de esta propiedad se expresan, en gramos de humedad por kilogramo de aire seco (g/kg), en el sistema internacional, y en granos por libra (gr/lb), en el sistema inglés. Las líneas de humedad absoluta, corren horizontalmente de derecha a izquierda, y son paralelas a las líneas de punto de rocío y coinciden con éstas. (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 183).

6. **Entalpía:** Las líneas de entalpía constantes en una carta psicrométrica, son las que se muestran en la figura 6. Debe notarse que estas líneas, son meramente extensiones de las líneas de bulbo húmedo; puesto que el calor total del aire, depende de la temperatura de bulbo húmedo.

La escala del lado izquierdo lejana a la línea curva, da el calor total del aire en kJ/kg (kilojoules por kilogramo) de aire seco, en el sistema internacional o en btu/lb de aire seco, en el sistema inglés (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 185) .

7. Volumen Específico: Estas líneas están en un ángulo aproximado de 60° con la horizontal, y van aumentando de valor de izquierda a derecha. Por lo general, el espacio entre cada línea, representa un cambio de volumen específico de $0.05 \text{ m}^3/\text{kg}$ (VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F, pág. 185) .

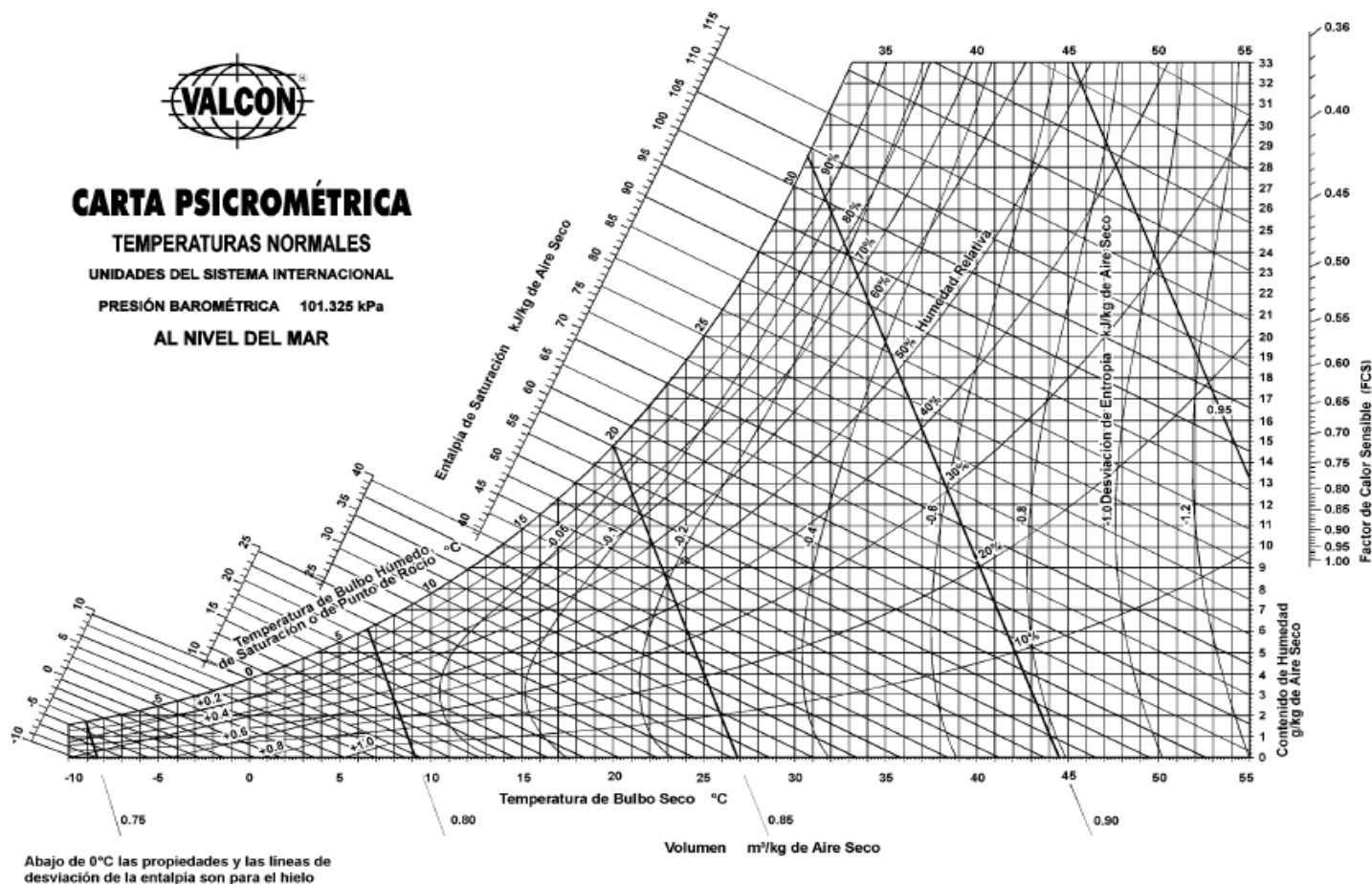


Figura 6. Carta Psicrométrica a Temperaturas normales y presión barométrica (SI)

(VALYCONTROL,S.A.DE C.V, S.F)

5.6.4. Líneas de proceso en la carta psicrométrica.

El objetivo del equipo de acondicionamiento de aire es cambiar el estado del aire que entra y llevarlo a otra condición.

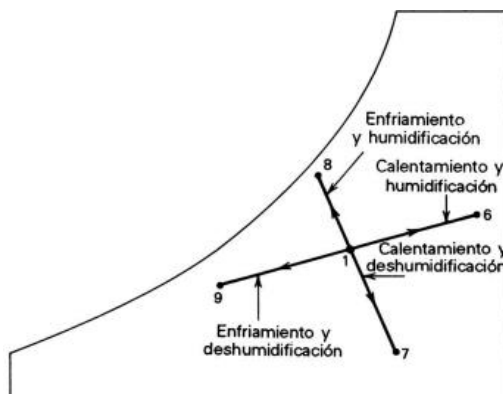
A este cambio se le llama proceso, ayuda mucho el indicar estos procesos en la carta psicrométrica, en la selección de equipos y análisis de problemas. Se indican los procesos trazando una línea desde el estado inicial del aire hasta su estado final. El aire cambia sus propiedades a lo largo de esa línea (Pita E. G., 1994, pág. 187).

5.6.4.1. Cambios de calor sensible. “El proceso de variación de calor sensible es aquel en el cual se agrega o retira calor del aire y como resultado varía la temperatura de bulbo seco BS, pero sin embargo no varía el contenido de vapor del agua” (Pita E. G., 1994, pág. 187).

5.6.5. Variaciones de calor latente humidificación y deshumidificación.

“Al proceso de agregar vapor de agua al aire se le llama humidificación, y a la eliminación de vapor de agua del aire se le llama deshumidificación” (Pita E. G., 1994).

5.6.5.1. Variación combinada de calor sensible y calor latente:



1. calentamiento sensible y humidificación (1-6).
2. Calentamiento sensible y deshumidificación (1-7)
3. Enfriamiento sensible y humidificación (1-8).
4. Enfriamiento sensible y deshumidificación (1-9).

Fig. 7 Procesos combinados de cambios de Calor sensible y latente, extraído de: (Pita E. G., 1994, pág. 198).

5.6.6. Cálculo de procesos de variación de calor sensible (calefacción y enfriamiento sensible).

Según Pita (1994) “La ecuación del calor sensible, aplicada al aire húmedo es”:

$$Q_s = 0.24m_a \times CT + 0.45m_w \times CT \quad \text{Ecuación 5.12}$$

El primer término de la ecuación expresa el cambio de entalpía del aire seco y el segundo el del vapor del agua. La fórmula reducida de la ecuación de calor sensible:

$$Q_s = 1.1 * CFM * CT$$

$$Q_s = 1.1 * CFM * (t_2 - t_1) \quad \text{Ecuación 5.13}$$

Esta forma reducida es la que se usa generalmente para los cálculos de aire húmedo en el acondicionamiento de aire (Pita E. G., 1994, pág. 190).

5.6.7. Cálculo de procesos de variación de calor latente (humidificación y deshumidificación).

La cantidad de agua agregado o retirado del aire en un proceso de humidificación o deshumidificación según (Pita E. G., 1994) es:

$$m_w = m_a(W_2 - W_1) \quad \text{O bien;}$$

$$m_w = 4.5 * CFM * (W_2 - W_1) \quad \text{Ecuación 5.14}$$

El cálculo del *Calor latente* viene dado por:

$$Q_L = 0.68 * CFM(W_2' - W_1') \quad \text{Ecuación 5.15}$$

5.6.8. Proceso de mezclado de aire

“El proceso de mezclado del aire es aquel en el cual dos corrientes de aire se mezclan para formar una tercer corriente” (Pita E. G., 1994, pág. 196).

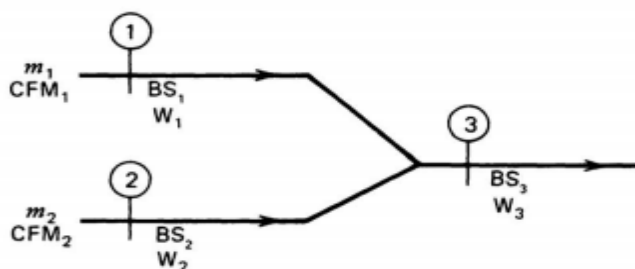


Fig 8. Proceso de mezclado de aire (Pita E. G., 1994).

La temperatura de Bulbo seco de la mezcla (BS_3) se calcula como :

$$BS_3 = \frac{(CFM_1 * BS_1) + (CFM_2 * BS_2)}{CFM_3} \quad \text{Ecuación 5.16}$$

La relacion de humedad de la mezcla se calcula con la siguiente formula:

$$W_3 = \frac{(CFM_1 * W_1) + (CFM_2 * W_2)}{CFM_3} \quad \text{Ecuación 5.17}$$

5.6.9. Relacion de calor sensible.

Esta línea tiene significado importante. Si tuvieramos que suponer relaciones de suministro de aire, y calculamos las condiciones necesarias de aire de suministro, encontraríamos que todas quedarían en la misma línea. Cualquier condición de suministro de aire que elimine en forma satisfactoria la cantidad adecuada de ganancias de calor sensible y latente del recinto, quedara sobre esta línea (Pita E. G., 1994, pág. 201).

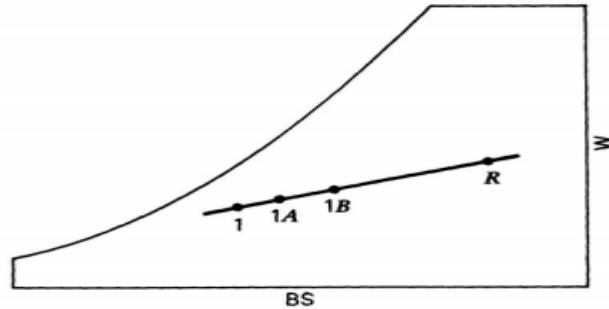


Fig 9. Las condiciones satisfactorias de aire de suministro caen a lo largo de una recta, extraído de (Pita E. G., 1994, pág. 200).

“A la relación **RSHG/RTGH** se le llama la relación de calor sensible del recinto, RSHR. (también se le llama factor de calor sensible del recinto, RSHF)” (Pita E. G., 1994, pág. 201). Esto es:

$$RSHR = \frac{RSHG}{RTHG} \quad \text{Ecuación 5.18}$$

5.6.10. RSHR o línea de condiciones.

“Se define a la línea RSHR a la que se traza a través de las condiciones del recinto y que tiene la pendiente de la relación de calor sensible RSHG/RTHG” (Pita E. G., 1994, pág. 201).

La importancia de la línea de relación de calor sensible del recinto (RSHR) es la línea sobre la cual debe de quedar cualquier condición satisfactoria del aire de suministro (Pita E. G., 1994, pág. 202).

5.6.11. Línea de proceso del serpentín.

Se puede trazar una línea en la carta psicrométrica que represente los cambios en las condiciones del aire a medida que va pasando por el serpentín de

enfriamiento y deshumidificación. A esta se le llama la línea de proceso de serpentín (Pita E. G., 1994, pág. 203).

“ La línea de proceso del serpentín se define, entonces, como la recta que se traza entre las condiciones del aire que entra y que sale del serpentín, como se muestra en la figura 10.

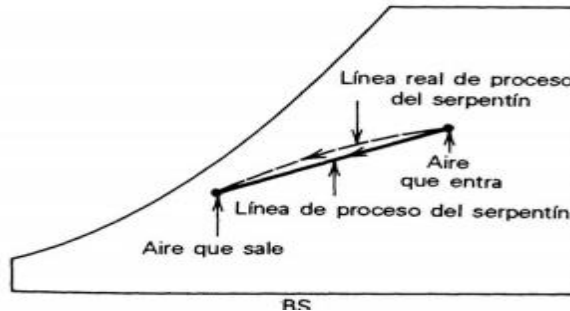


Fig 10. Línea de proceso del serpentín, extraído de (Pita E. G., 1994, pág. 203).

5.6.12. Factor de contacto y factor de derivación (BYPASS)

El factor de contacto (FC) se define como la parte del aire que pasa por el serpentín, que toca la superficie de enfriamiento y se enfria por este mecanismo. El factor de derivación, bypass (FD) se define como la parte del aire que no toca la superficie y por lo tanto no se enfria por este mecanismo (Pita E. G., 1994, pág. 206).

$$FC + FD = 1$$

Ecuación 5.19

El FC para un serpentín es la relación de la longitud de la línea de proceso del serpentín con la longitud total de dicha línea prolongada hasta la temperatura superficial efectiva, a lo largo de la línea de saturación (Pita E. G., 1994, pág. 207).

5.6.13. Temperatura superficial efectiva

La temperatura de la superficie exterior de un serpentín de enfriamiento no es la misma en todos los lugares a lo largo del tubo de este. Sin embargo, podemos imaginarnos que existe una temperatura superficial promedio del serpentín, a la que llamaremos la temperatura superficial efectiva (TSE): se puede considerar que esta es la temperatura a la cual se enfria el aire que toca la superficie. Se llama también punto de rocío del aparato (Pita E. G., 1994, pág. 207).

5.7 Tipos de sistemas de aire acondicionado

5.7.1 Sistemas de aire acondicionado compacto de Ventana.

Comúnmente conocido como sistema ventana o autónomo. Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa, es decir el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad. Generalmente se utilizan para acondicionar espacios pequeños e individuales (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 37).

5.7.2 Sistemas de aire acondicionado compactos Portátil.

Es un equipo unitario, compacto de descarga directa, es decir el aire acondicionado enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad y es transportable de un espacio a otro. La mayoría de estos equipos poseen una salida al exterior a través el cual es colocado en ventanas para la expulsión del aire. (Colocho López, et al, 2011, pág.45).

5.7.2.1 Requisitos de ubicación.

Debe de ser ubicado en una ventana o muro, siempre y cuando estas den hacia el exterior. La dimensión del hueco se tiene que ajustar a las dimensiones del equipo y debe contar con suficiente espacio en la entrada y salida del aire para que este no sea obstruido (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 41).

5.7.2.2 Instalación.

Su instalación requiere hacer un hueco en la pared y cuando es ubicado en una ventana será necesaria la desinstalación de vidrios. Para mayor eficiencia, el equipo deberá ser colocado de manera estratégica para evitar la incidencia solar sobre el equipo, ya que esta lo puede llegar a dañar (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 42).

5.7.2.3 Mantenimiento.

“El aire acondicionado compacto requiere de un mantenimiento sencillo, el cual consiste en limpiar periódicamente el filtro de aire, como también la parte

externa de manera superficial” (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 42).

5.7.2.4 Requisitos eléctricos.

“Los equipos compactos están disponibles en potencias que oscilan entre 110 – 115 voltios y 215 - 220 voltios” (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011).

5.7.2.5 Condiciones estructurales.

“La pared donde es instalado el aparato debe tener la suficiente resistencia para soportarlo y así evitar el aumento de ruido y vibración. El equipo debe ser fijado a la parte exterior de la pared mediante soportes de hierro” (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011).

5.7.3 sistema de acondicionamiento tipo Split.

Son equipos de descarga directa llamados también descentralizados. Se diferencian de los compactos ya que la unidad formada por el compresor y el condensador está situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Se comunican entre sí por líneas de refrigerantes y conexiones eléctricas (Colocho López, et al, 2011, pág. 53).

Hay diferentes tipos de unidades evaporadoras, la diferencia principal está en la forma de instalación (como se muestra en la imagen No.11).

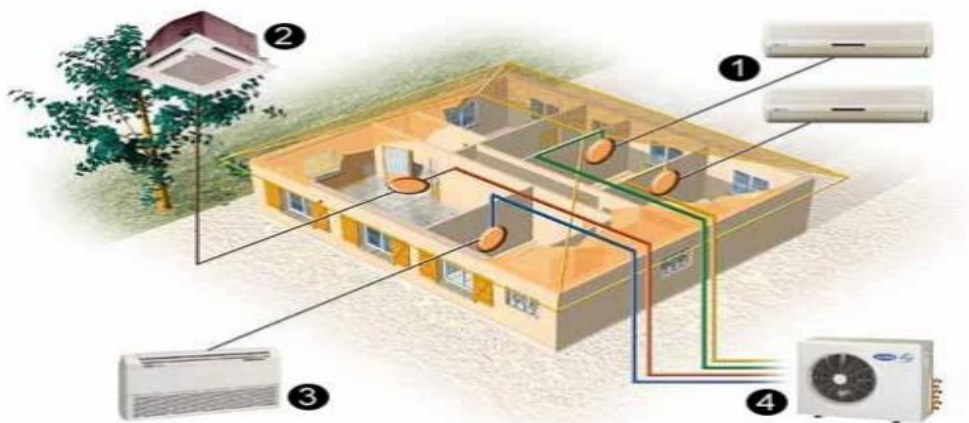


Fig. 11 *Tipos de unidades evaporadoras; tomado de (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011)*

5.7.3.1 Requisitos de ubicación.

Para ambas unidades se debe de elegir el lugar más apropiado, tomando en cuenta lo siguiente: Unidad evaporadora: La unidad deberá estar alejada de cualquier fuente de calor o vapor, se debe instalar en un lugar sin obstáculos frente a ella, tener previsto que la unidad evaporadora se debe drenar hacia el exterior. Si la unidad está instalada en la pared se debe dejar un espacio mínimo de 5cm entre la unidad y el cielo falso.

Unidad condensadora: La unidad condensadora es ubicada en espacios libres y ventilados ya sea en un patio o azotea, donde pueda recibir sombra al tiempo que se use el equipo. Se debe tomar en cuenta el peso de la unidad, el ruido y las vibraciones que produce para que no causen molestia. El hueco necesario para unir la unidad interior y la exterior es muy pequeño, alrededor de diez centímetros de diámetro para pasar los dos tubos del refrigerante, el tubo de condensación de la unidad evaporadora y el cable de conexión eléctrica (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 49).

5.7.3.2 Instalación.

La unidad evaporadora es instalada en el interior del espacio a acondicionar por medio de un sistema de anclaje a la pared o a la losa en el caso de los de techo, la parte superior del aparato debe tener una distancia mínima al cielo falso de 5cm. La unidad condensadora se debe colocar en el exterior porque es la que se encarga de rechazar el calor hacia el exterior el cual puede ser descargado de manera lateral y vertical, tomando en cuenta que esta debe quedar separada unos centímetros del piso (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 60).

5.7.3.3 Mantenimiento.

El mantenimiento del aire acondicionado tipo Split consiste en limpiar el serpentín y filtro de aire que se encuentra en la unidad evaporadora, por lo menos una vez al mes, ya que de esta forma se impedirá que el aire se vicie y que sustancias contaminantes y polvos circulen por el ambiente (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 61).

5.7.3.4 Requisitos eléctricos

“La energía requerida para el correcto funcionamiento del sistema de aire acondicionado tipo Split es de 220 voltios” (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011).

5.7.4.5 Requisitos estructurales

La pared donde es instalada la unidad evaporadora debe tener la suficiente resistencia para soportarla, y debe ser anclada por medio de soportes. La unidad condensadora al ser instalada en la pared es necesaria que sea puesta sobre soportes de hierro, en el caso no ir en la pared necesita de una pequeña losa o estructura metálica que la soporte para que no quede apoyada en el piso (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 64).

5.7.4 Sistema central separado.

Es un equipo de descarga indirecta ya que el aire se distribuye a través de ductos el cual es expulsado en os diferentes espacios por medio de difusores, cuenta con una unidad evaporadora y una condensadora, estas dos unidades se conectan entre sí por medio de una tubería de cobre de dos líneas, la primera para llevar el refrigerante y la otra para regresarlo (Colocho López, et al, 2011, pág. 64).

5.7.4.1 Requisitos de ubicación: La ubicación de la unidad condensadora debe ser en el exterior y la descarga de aire deber estar libre” (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 68).

- Condensadoras de 3.0 TR a 5.0 TR: 0.6m de perímetro libres.

- Condensadoras de 6.0 TR a 12.5 TR: 1.5m de perímetro libres.
- Condensadoras de 15.0 TR a 20.0 TR: 2.0m de perímetro libres.

La ubicación de la unidad evaporadora debe ser en el interior de las siguientes maneras:

- En el entretecho (Instalación horizontal).
- En cuarto de máquinas (Instalación Vertical).

La ubicación de sistema de ductos de A/A se muestra en la siguiente imagen:

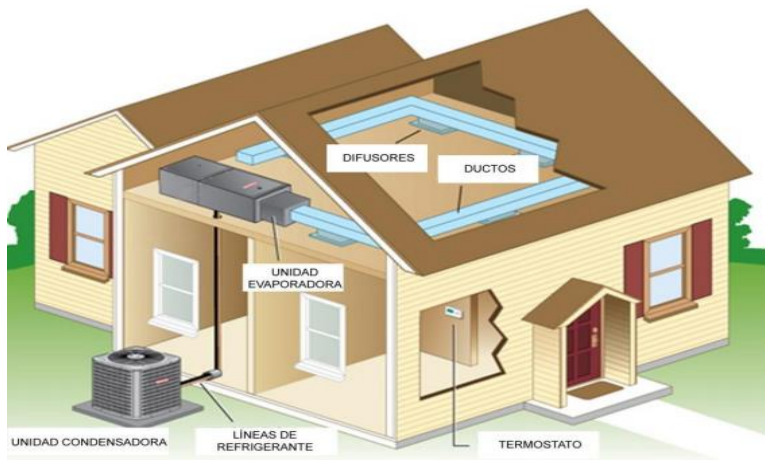


Fig. 12 Ubicación de equipos y distribución de ductos del sistema de sistemas de aire acondicionado separado.
Extraído de: (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011)

5.7.4.2 Instalación.

- Instalación de la unidad evaporadora: La unidad evaporadora se ubicará en un espacio amplio para facilitar la instalación, si la unidad evaporadora se instala entre el techo y el cielo falso el equipo debe poseer una estructura suficientemente resistente para sujetarlo a la losa.
- Instalación de la unidad condensadora: La unidad condensadora tiene que estar protegida de fuentes de calor, en caso que la instalación del equipo sea en lugares muy altos o con vientos fuertes se debe de instalar la unidad contra la pared para que esta pueda tener un mejor funcionamiento.

Los espacios libres que se deben considerar para un buen funcionamiento son:
Instalación en el entretecho:

- Espacio mínimo entre unidad evaporadora y techo: 0.2m
- Espacio mínimo entre unidad evaporadora y cielo falso: 0.2m

Instalación de las tuberías de conexión: La longitud máxima de tubería es de 25 a 30 metros y la elevación máxima de la tubería es de 15 a 20 metros (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 71).

5.7.4.3 Mantenimiento.

Para hacer el mantenimiento de ductos y de la unidad evaporadora cuando se encuentra en el entretecho se deja una compuerta para su acceso, en el caso de que el material sea tabla yeso; en caso que sea un cielo falso de loseta, se deja una de ellas móvil para poder entrar a realizar el mantenimiento (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 72).

5.7.4.4 Requisitos eléctricos.

Las unidades pueden ser bifásicas o trifásicas. Hasta 5 toneladas requiere 240 voltios y arriba de 5 toneladas 360 voltios, ya que así se hace una mejor distribución de la energía. Al requerir mayor voltaje es necesaria una subestación eléctrica para potenciar esta energía y transformarla (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 73).

5.7.4.5 Requisitos estructurales.

Se debe tomar en cuenta el peso de los equipos cuando van a ser instalados en la azotea, estos se colocan sobre una base de concreto o en una estructura metálica.

La unidad evaporadora va sujeta por medio de un anclaje especial a la losa o al techo cuando es instalada en el entretecho, el espacio que será utilizado para la colocación de los ductos y unidades evaporadoras no debe interferir con las vigas y las demás instalaciones que se encuentran en el entretecho. Los ductos por los cuales será distribuido el aire a los diferentes espacios van anclados a la losa de concreto (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 75).

5.7.5 Sistema tipo paquete.

Estos aires acondicionados son del tipo central, donde sus unidades están auto contenidas, es decir el condensador y el evaporador se encuentran en el mismo sistema y el aire se distribuye a los distintos espacios a través de ductos. Estos equipos se instalan en el exterior, generalmente en losas de techos; las dimensiones de estas unidades varían de acuerdo a la capacidad, las más usadas son de 3.0 TR a 30.0 TR (Colocho López, et al, 2011, pág. 75).

5.7.5.1 Requisitos de ubicación:

La unidad tipo paquete debe ser ubicado en el exterior en un lugar ventilado, los ductos de suministro se distribuyen en el entretecho.

Espacios a considerar para un óptimo funcionamiento:

- Distancia mínima entre salida y retorno de aire y pared: 1.5m
- Distancia mínima libre en perímetro: 2.0m (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 80).

5.7.5.2 Instalación.

Se deben instalar sobre bases de concreto de altura de 10 cms. o sobre base metálica en el exterior. Cuando es instalada a nivel de piso, esta plataforma no debe estar en contacto con ninguna pared y fundaciones ya que esto previene transmitir vibraciones a la edificación. Cuando es ubicado en losa de techo se toma en cuenta el peso del equipo y las vibraciones que esta produce.

Los equipos de aire acondicionado tipo paquete, demanda de espacios libres en su alrededor para evitar la recirculación del aire de descarga, ventilación y mantenimiento, la distancia entre estos puede ser de 1.50 a 2.00 metros. Este tipo de equipo debe de tener una descarga de aire sin obstáculos, la unidad tipo paquete puede tener dos tipos de suministro y retorno de aire: vertical u horizontal (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 80).

5.7.5.3 Mantenimiento

“Revisión y limpieza de filtros y ductos de forma periódica, inspección y si se requiere, limpieza del serpentín, del desagüe y de todas las conexiones eléctricas” (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 81).

5.7.5.4 Requisitos eléctricos

Las unidades pueden ser de 240 voltios bifásicas hasta 5 toneladas o trifásicas hasta 25 toneladas, mayores de 25 toneladas pueden ser necesarios 480 voltios para reducir su costo y mejorar la eficiencia, ya que así se hace una mejor distribución de la energía (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 81).

5.7.5.5 Requisitos estructurales.

La estructura de la losa debe tener la suficiente resistencia para soportar el peso de la unidad, la cual debe de tomarse en cuenta desde el proceso de diseño. Dependiendo en donde sea instalada la unidad debe poseer un espacio por el cual ingresen los ductos para ser distribuidos por los diferentes niveles de la edificación. Este ducto debe poseer las características adecuadas (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 82).

5.7.6 Sistema tipo Chiller.

Es un equipo de descarga indirecta, ya que el aire se distribuye a los diferentes espacios por medio de ductos. Se compone por un sistema central que se encarga de enfriar un fluido, generalmente agua, el cual se distribuye a los diferentes equipos de enfriamiento ubicados en las áreas que requieren climatización. El agua helada pasa desde la unidad exterior a través de tuberías (PVC, PE, Cobre o Acero) hacia las unidades manejadoras de aire (UMA) o unidades denominadas fan coils (Colocho López, et al, 2011, pág. 75).

5.7.7. Sistema de distribución de aire- Cálculos de conductos

5.7.7.1 Redes de conductos.

“La misión de un sistema de conductos es transportar el aire desde la unidad de tratamiento de aire (UTA) hasta el recinto a climatizar y suele comprender los conductos de impulsión y los de retorno” (Carrier, 1996).

5.7.7.2. Elementos de distribución de aire.

Dentro de los elementos que constituyen el sistema podemos distinguir los conductos y los elementos terminales.

5.7.7.2.1. Clasificación.

Estos sistemas se clasifican en función de la velocidad y de la presión en los conductos. En función de la velocidad del aire tenemos:

- A. Conductos de baja velocidad (<12 m/s, entre 6 y 12 m/s).
- B. y conductos de alta velocidad (>12 m/s).

En función de la presión del aire en el conducto, se clasifican en baja, media y alta presión. Esta clasificación corresponde a la misma que utilizan los ventiladores:

- Baja presión (clase I): Hasta 90 mm.c.a.
- Media presión (clase II): Entre 90 y 180 mm.c.a.
- Alta presión (clase III): Entre 180 y 300 mm.c.a. (Fontanals, 1997).

5.7.7.3. Conceptos básicos.

La red de conductos se diseña para conseguir llevar un determinado caudal de aire a los puntos de impulsión deseados. Antes de entrar en el diseño de la red de conductos, es necesario introducir las propiedades físicas del aire, el concepto de diámetro equivalente y el cálculo de pérdidas de carga (ASHRAE, 2013).

5.7.7.4 Propiedades físicas del aire.

“Las propiedades físicas del aire van a depender de la temperatura y de la presión. En el diseño de conductos, las propiedades más utilizadas son la densidad y la viscosidad. La densidad se puede aproximar como” (Fontanals, 1997):

$$\rho = \frac{P_{atm}}{287T}$$

Ecuación 5.20

En cuanto a la viscosidad del aire, se puede obtener mediante la expresión:

$$\mu = 1,724 * 10^{-5} \left(\frac{T}{273,16} \right)^{0,76}$$

Ecuación 5.21

5.7.7.5 Diámetro equivalente.

Los conductos utilizados en la distribución del aire pueden ser circulares o rectangulares. Debido a que la mayoría de las tablas y expresiones se dan para conductos circulares, resulta muy útil el concepto de diámetro equivalente.

Para determinar el diámetro equivalente de un conducto rectangular puede utilizarse la expresión (Kuehn, Ramsey, & Threlked, 1998):

$$D_{eq} = 1,3 \frac{(H \cdot W)^{0,625}}{(H + W)^{0,25}} \quad \text{Ecuación 5.22}$$

5.7.7.6 Pérdidas de carga.

“Dentro del conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por rozamiento, denominándose esta pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en pérdidas en el conducto y pérdidas en singularidades” (ASHRAE, 2013).

5.7.7.6.1 Pérdidas en conducto.

“Se produce una pérdida de carga por el paso del aire en el conducto, la cual suele expresarse por metro de longitud como” (ASHRAE, 2013):

$$\frac{\Delta P}{L} = f \frac{\rho * v^2}{2 D_{eq}} \quad \text{Ecuación 5.23}$$

5.7.7.6.2 Pérdidas en singularidades.

Habitualmente estas pérdidas se miden de forma experimental y se determinan por expresiones del tipo:

$$\Delta P = K \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad \text{Ecuación 5.24}$$

5.7.7.6.3 Recuperación estática.

En una instalación de redes de conductos de aire, si avanzamos en el sentido del flujo, el caudal disminuye en cada derivación. Un menor caudal exige una menor sección, por lo que los conductos van estrechándose cada vez que aparece una derivación. Se tiene que la recuperación estática en conductos tras una derivación se puede aproximar como (Kuehn, Ramsey, & Threlked, 1998):

$$\Delta P_{RE} = 0,75 \rho \frac{v^2 - v_2^2}{2} \quad \text{Ecuación 5.25}$$

Así pues, las **pérdidas totales** se obtienen según la expresión:

$$\Delta P_{Total} = \sum \Delta P_{cond} + \sum \Delta P_{sing} - \sum \Delta P_{RE} \quad \text{Ecuación 5.26}$$

5.7.7.7. Métodos de diseño

Existen varios métodos que nos permiten diseñar las redes de conductos de aire.

Entre ellos, encontramos:

- ❖ Método de reducción de velocidad.
- ❖ Método de pérdida de carga constante.
- ❖ Método de recuperación estática.
- ❖ Método T.

Los más empleados suelen ser el método de pérdida de carga constante y el método de recuperación estática (Fontanals, 1997).

5.7.7.7.1 Método de pérdida de carga constante

“Este método se utiliza en conductos de impulsión, retorno y extracción de aire. Consiste en calcular los conductos de forma que tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud a lo largo de todo el sistema” (Fontanals, 1997).

5.7.7.7.2 Método de recuperación estática.

Este método consiste en dimensionar el conducto de forma que el aumento de presión estática en cada rama o boca de impulsión compense las pérdidas por rozamiento en la siguiente sección del conducto. De esta forma, la presión estática en cada boca y al comienzo de cada rama será la misma (Fontanals, 1997).

5.8 Tecnologías Inverter y Eficiencia Energética en Aire Acondicionado.

5.8.1. Tecnología Inverter en equipos de Refrigeración

La mayoría de instalaciones de aire acondicionado funcionan hoy en día con la tecnología Inverter. La tecnología o sistema Inverter regula el mecanismo del aire acondicionado mediante el cambio de la frecuencia de ciclo eléctrico.

En lugar de arrancar y parar frecuentemente como es el caso de los aires acondicionados convencionales eficiencia estándar, el compresor gira de forma continua, lo que ayuda a mantener constante la temperatura del local.

Se asegura un gasto energético directamente proporcional a la capacidad de refrigeración requerida, evitando así consumos innecesarios y prolongando la vida del compresor.

Un sistema de climatización tradicional que quiera, por ejemplo, enfriar una habitación a una determinada temperatura (24°C), lo hará repitiendo continuamente ciclos de encendido/apagado, mientras que uno con Inverter llevará más rápidamente la habitación a la citada temperatura sin necesitar después esos ciclos. El gráfico siguiente (**tiempo de trabajo vs. temperatura**) se explica de forma concisa:

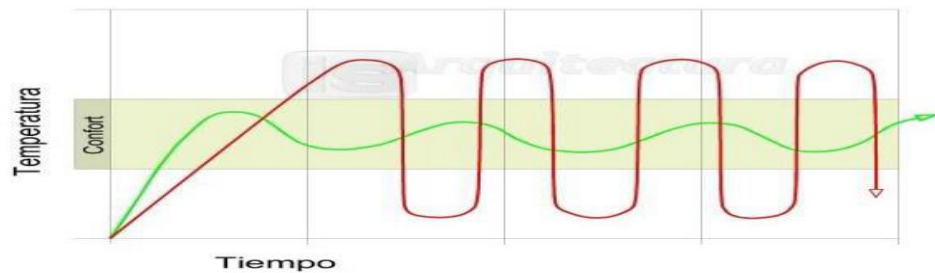


Figura 13. Gráfica temperatura vs tiempo de comportamiento de un sistema Inverter

La **línea roja** representa la temperatura en una habitación empleando un sistema **convencional**, y la **línea verde** la de uno con **Inverter**.

El **cuadrante amarillo** representa el área de confort térmico, es decir entre 23°C y 25°C , los aires acondicionados convencionales (**línea roja**) mantienen la temperatura interna por encima o por debajo de esa temperatura dando al ocupante la sensación de frío excesivo y las máquinas tienden a trabajar mayor tiempo para alcanzar la zona de confort con sus continuos arranques y apagados, que se traduce en deterioro de la máquina.

Algo que no ocurre con los sistemas inverter (**línea verde**) mantienen esta zona de manera precisa ya que no tienden a estar enciende y apaga el equipo, sino solo disminuye las revoluciones de acuerdo a la demanda por lo que una vez ubicado en esta temperatura se mantiene constante, sin apagar totalmente el compresor del equipo.

Actualmente Nicaragua está ampliando el mercado de aires acondicionados inverter, cada vez son más las casas comerciales que ofertan

equipos con esta tecnología, que vendrá a sustituir el antiguo uso de la tecnología convencional.

Un inconveniente muy importante de estos sistemas es que su coste económico es mayor en comparación con otros equipos, pero el ahorro de energía a largo plazo es significativo ya que se traduce en dinero no pagado, por lo que también se traduce en dinero dentro del bolsillo del propietario.

5.8.2. Aire acondicionado y su nivel de eficiencia energética (EER y COP, SEER y SCOP)

Eficiencia energética: Este concepto está relacionado con la cantidad de energía necesaria para el funcionamiento del sistema y el rendimiento energético que proporciona. Un buen cociente entre ambos es lo que determinara si un aparato es más o menos eficiente desde el punto de vista energético. Una normativa de la Unión Europea (UE) obliga al etiquetado de electrodomésticos según su nivel de eficiencia.

Este se califica con letras desde la “A” a la “G”, siendo el primero el nivel más eficiente y el ultimo el menos eficiente. La característica fundamental de los equipos de aire acondicionado para determinar su eficiencia energética viene determinada por los coeficientes EER y COP (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 42).

El primero siglas del término inglés Energy Efficiency Ratio, es el índice de eficiencia energética de una máquina frigorífica en la modalidad de refrigeración y expresa la relación entre la potencia frigorífica total que genera el equipo y la potencia eléctrica consumida. La segunda abreviatura también derivada del término inglés Coefficient Of Performance, es el coeficiente de rendimiento de una máquina frigorífica en la modalidad de calefacción y se refiera a la relación entre la potencia calorífica total y la potencia eléctrica consumida (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 42).

Estos índices miden la energía que se produce con la energía invertida en el funcionamiento del equipo, es decir un EER o un COP con un valor de 1 significa que por cada unidad de energía utilizada se produce una unidad de energía, un EER o COP 5, quiere decir que el equipo produce cinco veces más energía que

la electricidad que consume. Lo que quiere decir, cuanto mayor sean estos valores tanto de EER como de COP mayor será la eficiencia energética del equipo (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 42).

5.8.3. Aires Acondicionados de Eficiencia Estándar Vs Alta Eficiencia Inverter

La alta eficiencia en Aires Acondicionado viene definida hoy en día por dos factores importantes a tener en cuenta al momento de elegirlos: el SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) y el EER (Energy Efficiency Ratio). Ambos factores se encargan de medir que tan bien las unidades de aire enfrían el área destinada y la cantidad de energía necesaria para este propósito (PG & E, 2006). Con la aplicación del Reglamento Delegado 626/2011 de la Comisión europea, desde el 1 de enero de 2013 los nuevos equipos introducidos en el mercado deben tener una nueva etiqueta energética en la que los índices EER y COP serán sustituidos por el Factor de **eficiencia energética estacional (SEER)** y el **Coeficiente de Rendimiento Estacional (SCOP)**, con los que se pretende tener una estimación más realista de la eficiencia energética de estos sistemas. **SEER y SCOP, nuevos y mejores:** Estos nuevos ratios pretenden ser más realistas y adecuados al uso que se le da a un equipo de aire acondicionado. Hay dos parámetros importantes que no se consideraban para el EER y COP:

1. Consumo del equipo cuando está apagado, desactivado por termostato o espera.
2. Funcionamiento del equipo con carga parciales (100%, 74%, 47%, 21%).

De todo se deduce que estos nuevos parámetros son muchos más fiables a la hora de comparar equipos que los anteriores EER y COP, aunque utilizarlos para estimar el consumo anual de un equipo todavía puede llevarnos a error (Balladares F., Balladares L. y Jarquin H., 2016, pág. 43).

5.8.4. Relación de SEER con EER y COP General para ambas tecnologías

El **SEER** (Seasonal Energy Efficiency Ratio) viene a sustituir a una especificación previa como es el **EER** (Energy Efficiency Ratio), que se considera en la actualidad menos completa y estricta que la primera.

En el caso de los aparatos de aire acondicionado con bomba de calor, se empleaba el coeficiente de rendimiento **COP** (Coefficient Of Performance), como sucede en el caso anterior, se sustituirá por otro más preciso: el Coeficiente de Rendimiento Estacional (**SCOP**), ambos podemos encontrarlos en la **Figura 14**.

	SEER	SCOP
A+++	SEER \geq 8,50	SCOP \geq 5,10
A++	6,10 \leq SEER < 8,50	4,60 \leq SCOP < 5,10
A+	5,60 \leq SEER < 6,10	4,00 \leq SCOP < 4,60
A	5,10 \leq SEER < 5,60	3,40 \leq SCOP < 4,00
B	4,60 \leq SEER < 5,10	3,10 \leq SCOP < 3,40
C	4,10 \leq SEER < 4,60	2,80 \leq SCOP < 3,10
D	3,60 \leq SEER < 4,10	2,50 \leq SCOP < 2,80
E	3,10 \leq SEER < 3,60	2,20 \leq SCOP < 2,50
F	2,60 \leq SEER < 3,10	1,90 \leq SCOP < 2,20
G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

Figura 14. Tabla de Rangos de Eficiencia Energética SEER y SCOP

La gran ventaja de confiarnos del **SEER** y no del **EER** para averiguar la verdadera eficiencia energética de nuestro aparato de aire acondicionado, es que en el último de los casos se medía la potencia del aparato a plena carga, es decir, enfriando al máximo de su capacidad, mientras que con el **SEER** se mide con cargas parciales que, en realidad, se ajusta más al uso que le podemos dar en nuestro caso a los auditorios, oficinas, salones de clase, etc. El **EER** típico para unidades de refrigeración centrales residenciales = $0.875 \times \text{SEER}$, el SEER es un valor más alto que EER para el mismo equipo (AHRI, A. H., 2009)

5.9 Criterios necesarios para seleccionar un Aire Acondicionado

Para elegir un aire acondicionado es preciso detallar algunos aspectos o características.

- ❖ **Potencia del equipo:** Esto nos permite saber cuál es la capacidad o potencia frigorífica necesaria para climatizar adecuadamente nuestro local.
- ❖ **Consumo energético:** A la hora de elegir un aire acondicionado, es importante tener en cuenta el consumo energético, lo que se traducirá en la factura energética a final de mes.
- ❖ **Prestaciones del sistema:** Los equipos de aire acondicionado cada vez se presentan con más prestaciones complementarias a la única función "sólo aire", como es el caso de los filtros purificadores de aire o los nuevos

sistemas ionizadores, con filtros que depuran el aire de bacterias y polvo, ideal para los casos de alergias.

5.10 La estandarización del confort

En su trabajo diario los ingenieros y técnicos siguen las normativas nacionales o se apoyan en estándares nacionales para diseñar sus espacios. Así que son finalmente estas normalizaciones que determinan la manera en la que se diseñan los espacios (Godoy Muñoz, 2012, pág. 22).

“A continuación se presentan brevemente el reglamento RIT y los tres estándares internacionales con mayor impacto sobre el confort térmico en el interior de edificios, ASHRAE 55, ISO 7730, EN 15251” (Godoy Muñoz, 2012, pág. 23)

5.10.1 RITE.

El RITE es el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y su aplicación es obligatoria los edificios de nueva construcción y en los ya construidos en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección. Esta norma no dispone de un apartado determinado para el confort térmico.

Dentro de este artículo hay un apartado que se llama Exigencias de calidad térmica del ambiente, en el que se dice que la calidad térmica de un ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire en la zona ocupada e intensidad de turbulencia se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos en la propia norma (Godoy Muñoz, 2012, pág. 23).

5.10.2 ISO 7730:2005.

En el alcance de la norma podemos leer que se trata de un estándar internacional que presenta métodos para predecir la sensación térmica general y los grados de disconfort de las personas expuestas a climas térmicos moderados. Esto permite la determinación analítica e interpretación del confort térmico usando calores de PMV y PPD, además de criterios de confort local, dadas las

condiciones consideradas aceptables para el confort térmico general tanto como para el disconfort local (Godoy Muñoz, 2012, pág. 24).

Como se puede entender directamente del alcance de la norma y luego se confirma en el desarrollo de la misma, el objetivo de la norma no es limitar las condiciones ambientales de un espacio, sino normalizar un método, basado en el modelo de balance térmico de Fanger. Ciertamente es que este proceso siempre se puede hacer en orden inverso, partiendo del resultado que se quiere obtener y dejando como variable aquel parámetro que se quiera (Godoy Muñoz, 2012, pág. 24).

5.10.3 ASRHAE 55:2004.

“Thermal environmental conditions for human occupancy”

“El propósito de este estándar, tal y como en el mismo se indica, es especificar la combinación de factores térmicos ambientales y personales que producirán condiciones ambientales térmicas aceptables a la mayoría de los ocupantes en un espacio” (Godoy Muñoz, 2012, pág. 26).

La norma cuantifica como seis los factores ambientales que influyen en las condiciones de confort térmico. Por este motivo los usuarios de los edificios diseñados a partir de esta norma podrían no sentir la percepción de confort térmico inmediatamente ocupan el espacio, puesto que las exposiciones previas o actividades puede afectar a las percepciones de confort durante aproximadamente una hora (Godoy Muñoz, 2012, pág. 26).

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

Este trabajo de investigación se proyecta como un proyecto, de carácter teórico, descriptivo, cuantitativo y cualitativo. La metodología a implementar será la recolección de datos, observación y análisis de modelos análogos, así también de normas que ayuden al diseño del mismo. También se tendrá perspectivas, análisis y conclusiones personales con el de de tratar de darle una respuesta o solución al problema planteado.

El esquema o diagrama metodológico gráfica en forma resumida y sencilla los pasos que se llevarán a cabo para la elaboración del presente estudio, para que el lector tenga una mejor comprensión de los procesos o fases que conlleva la elaboración del proyecto.

Etapas inicial

En esta etapa se adquiere un conocimiento general y preliminar del tema. Así mismo se establece la marcha que seguirá el trabajo de graduación a través de la recopilación de la información preliminar que nos brindará un conocimiento más amplio y completo de nuestro problema, la forma de resolverlo y el grado de dificultad que implica.

Se plantea el problema partiendo del análisis de los diferentes aspectos teóricos; como los antecedentes de la situación actual, además realizaremos la justificación, objetivos, límites y alcances, que serán base fundamental para el desarrollo del documento a realizar.

Etapas 2

Ya seleccionado el tema y recopilada los datos se lleva a cabo el análisis de la información y se organiza adecuadamente para conseguir los objetivos deseados. Se selecciona el sitio donde se va a llevar a cabo el proyecto, seguido de este se realiza la exploración de sitios y se preselecciona los tipos de sistemas que se pueden implementar, según las condiciones del lugar.

Etapas 3

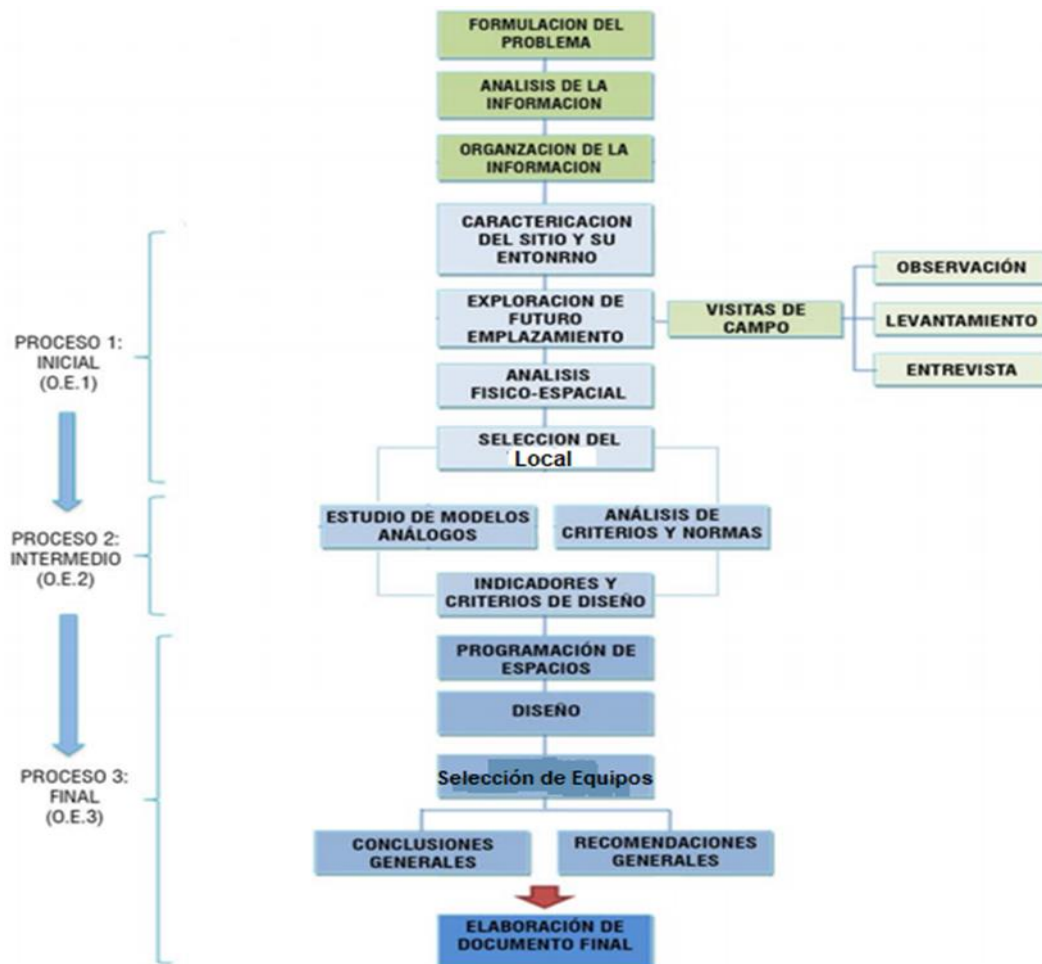
Se realiza el estudio de los modelos existente, y se prosigue el análisis de criterios y normas que se tomarán en cuenta al momento de diseñar.

Etapas 4.

Este último proceso conlleva todo lo realizado al diseño en sí. este es el proceso más importante ya que aquí es donde se materializa toda la información y análisis encontrado, proponiendo una solución al problema planteado en la fase inicial, que es la elaboración del anteproyecto. Finalmente se realizan las conclusiones y recomendaciones para dar concluido la investigación.

6.1.1 Esquema de Diseño Metodológico

El desarrollo y contenido del diseño que se lleva a cabo en la siguiente investigación se basa en el siguiente esquema metodológico:



6.1.2 Metodología de trabajo

La estructura del trabajo está conformada por los siguientes puntos:

- 1) Se consideran todas las medidas, características de materiales, condiciones de trabajo y las suposiciones de modelos pertinentes para realizar los distintos cálculos en base a los planos arquitectónicos del local.
- 2) Posteriormente, se procede al cálculo de la carga térmica, la cual considera las distintas ganancias de calor ya sea por ventanas (conducción, convección y radiación), paredes exteriores e interiores, techos exteriores, pisos, puertas, personas, equipos electrónicos, aire fresco, iluminación, etc.
- 3) Con los datos del procedimiento anterior, se realiza un análisis psicométrico del aire que entra y sale del serpentín de enfriamiento del evaporador para así, conseguir el calor que debe eliminar el equipo de aire acondicionado del ambiente.
- 4) Teniendo esto, se elige el equipo de catálogos de fabricantes que tengan distribución a nivel nacional, tomando en cuenta el caudal de aire de entrada al recinto, el calor de baja y el coeficiente de operación del equipo. Aparte, es preciso considerar el precio, la calidad y si la marca seleccionada es recomendada por distintos usuarios.
- 5) Se plantea un plan de instalación que facilite el montaje del equipo, en el que se enmarcan las condiciones en las que se debe de instalar, así como también las herramientas que se van a utilizar.

La metodología CLTD empleada en el proyecto, es basada en normas de la ASHRAE, técnicas y uso de tablas, gráficas, catálogos de equipos de acondicionamiento de aire, sin olvidar las mediciones realizadas para sentar como inicio los pertinentes datos del problema.

En conclusión, se señala brevemente que el material presentado en el trabajo sirve para la implementación de equipos de aire acondicionado, por lo que tiene aplicación como guía o referencia para el aula de seminario.

La adecuada selección del equipo según lo recomendado por los autores conlleva a la reducción de costos de instalación, operación, mantenimiento y, energía eléctrica.

En términos de las técnicas e instrumentos de análisis, se contó con el plano arquitectónico, datos de condiciones climatológicas de la zona y otros que no se especifican.

Las técnicas de análisis de datos utilizadas fueron: el cálculo del sistema de aire acondicionado según los textos de ingeniería mecánica relacionados a dicha área principalmente el Handbook Fundamentals de la ASHRAE, teniendo previo conocimiento de los materiales, medidas, condiciones y suposiciones pertinentes al caso y la aplicación de la normativa vigente por parte de la ASHRAE.

VII. ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS.

RESIDENCIA ESTUDIANTEL-UNI

RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLIVAR



Figura 15. Entrada principal de la residencia estudiantil UNI, tomada por los autores.

7.1 Metodología de cálculo para cargas de enfriamientos comerciales.

El procedimiento para calcular las cargas de enfriamiento se da a continuación:

1. Seleccionar las condiciones de diseño interior y exterior, se toman según el siguiente rango de Temperaturas de Bulbo Seco y Humedad relativa, en este caso, se efectúa el cálculo a partir de condiciones estacionarias climatológicas, en las que se requiera mayor capacidad de enfriamiento, es decir, durante la época de verano los rangos de temperatura se plantean en la *figura 16*, los grados de latitud se toman en base a los datos proporcionados por INETER (*Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales*) ver tabla 1 en anexos.

Verano: 78-80°F BS	y 50% HR
Invierno: 68-72°F BS	> 25% HR

Figura 16. *Condiciones de confort humano recomendadas en el Diseño de Interiores-* (Pita E. G., 1994, pág. 10)

Estos valores son los recomendados bajo *fundamentos de ASHRAE-HANDBOOK*, para fines generales como oficinas, residencias y edificios públicos. Se toma en consideración la temperatura de **78-80° F** para Bulbo seco y **50%** de humedad relativa en verano, dado que Nicaragua posee un clima tropical.

Sin embargo, según la resolución administrativa **11-2018** de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), en pro de promover el uso eficiente de los recursos (energía, agua, tecnología y manejo de desechos) que procure el desarrollo sostenible, eleve la productividad y favorezca la protección al medio ambiente en beneficio de la institución y la comunidad universitaria, establece lo siguiente:

Energía

Aires Acondicionados

“El termostato de cada unidad de aire acondicionado deberá regularse a una temperatura no menor de 24 grados Centígrados (75 grados Fahrenheit) y fomentar la ventilación natural donde sea posible. Es importante considerar que cada grado menos de temperatura conlleva a un consumo extra de energía alrededor del 6%”. Considerando esta resolución institucional se tomará como condición de diseño interior una temperatura de **75° F** y **50%** de Humedad relativa.



Líder en Ciencia y Tecnología

“Diseño de un sistema de climatización para la residencia estudiantil del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería”.

Estas condiciones se representan gráficamente en la *figura 17 y 18*.

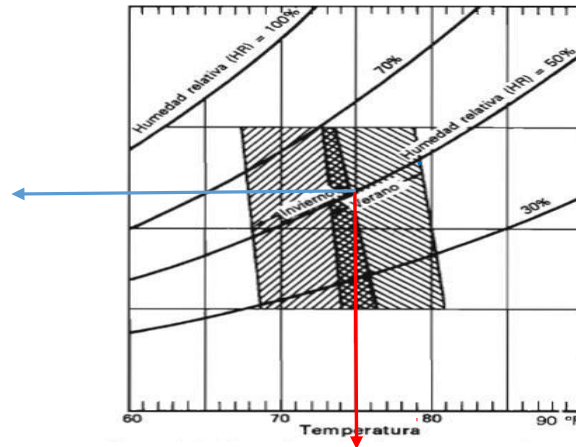


Figura 17 Zonas de confort de temperatura y humedad de aire en interiores Tomada de ASHRAE HANDBOOK De 1985.

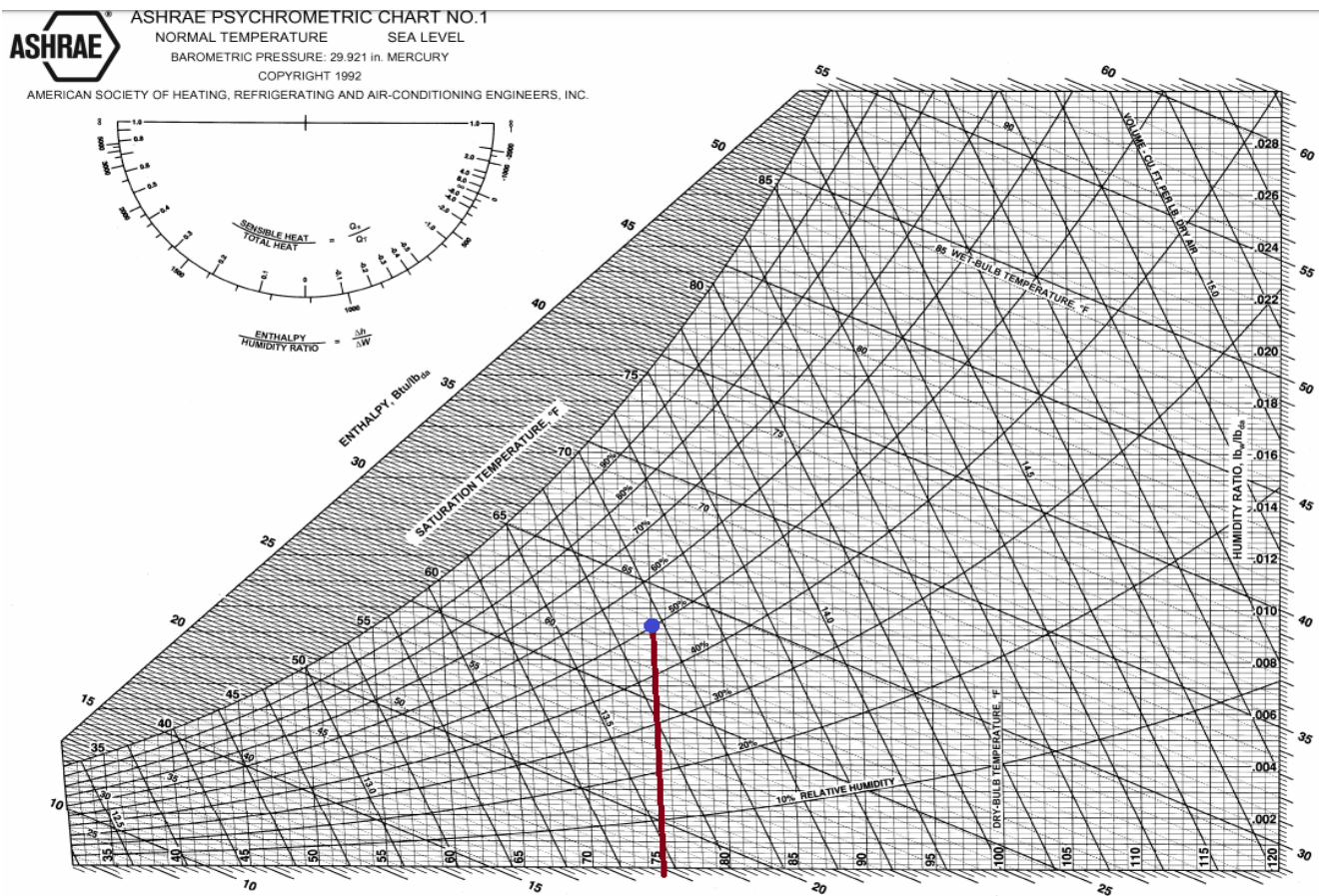


Figura 18 ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART (ASHRAE, 2017)



7.2 Cálculo de Propiedades Psicométricas interiores con el software de Ingeniería EES (Engineering Equation Solves).

A fin de obtener una mejor precisión de las propiedades psicométricas, se hace uso del software EES, los parámetros de entrada que se introducen son la humedad relativa (50%) y la Temperatura de Bulbo Seco (75°F), para una presión atmosférica de 14.7 PSI. A partir de estas propiedades el programa genera por defecto las demás, a como se muestra a continuación:

Properties of Moist Air and the Psychrometric Chart (Reasonable values must be supplied)

Unit System: **Eng**

Atmospheric Pressure: **14.7 [psia]**

Select the first input variable:

Dry-bulb Temperature = **75 [°F]**

Select the second input variable:

Relative Humidity, 0 to 1 = **0.5 []**

Solution

Tdb = 75.0 [°F]

P = 14.7 [psia]

w = 0.009234

Twb = 62.6 [°F]

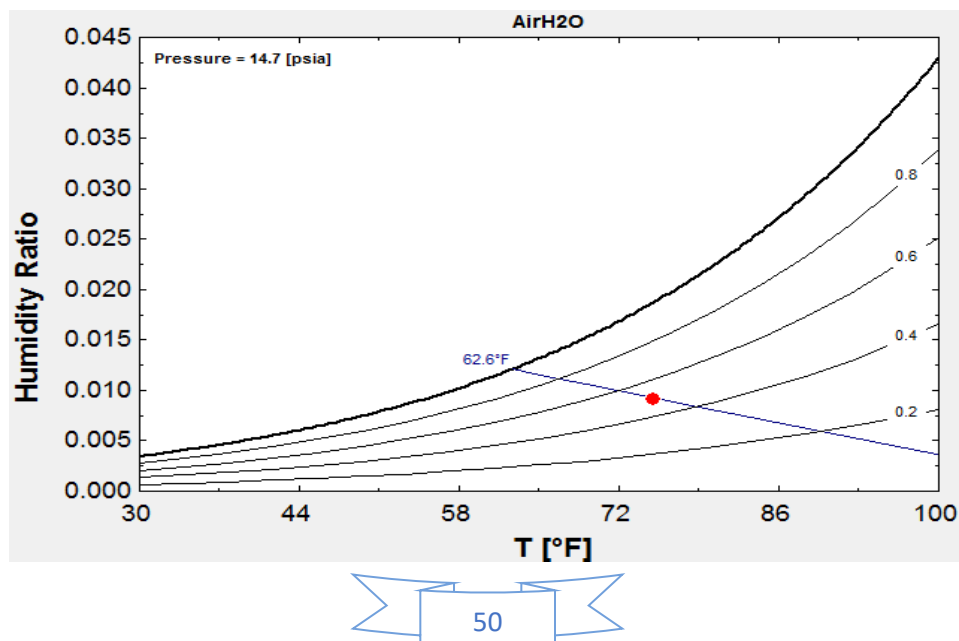
Rh = 0.5

v = 13.68 [ft³/lb_m]

Tdp = 55.1 [°F]

h = 28.09 [Btu/lb_m]

Además, el software EES es capaz de generar el gráfico psicrométrico, como se puede apreciar, el punto mostrado representa las propiedades para las condiciones de diseño interior.



7.2.1 Parámetros de Diseño Interior.

Las propiedades de diseño interior se resumen en el siguiente recuadro:

<u>Parámetros de Diseño interior</u>	
Temperatura de Bulbo Seco (BS)	75 °F
Temperatura de Bulbo Húmedo (BH)	62.6°F
Temperatura Punto de Rocío (PR)	55.1°F
Presión Barométrica (P)	14.7 psi
Humedad Relativa (HR)	50%
Contenido de Humedad -Granos H ₂ O/lbs (W)	64.64
Volumen (V)	13.68 ft ³ /lbm
Entalpía (h)	29.69 Btu/lbm

7.2.2 Parámetros de Diseño Exterior.

Las condiciones de diseño de aire exterior fueron tomadas a partir de datos proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), correspondientes para el año 2018 (*Ver tabla 1 en anexos*). Donde se obtuvo la siguiente información de interés:

1) Ubicación geográfica de Managua:

Managua está posicionada geográficamente a una Latitud **12°08'36" N**, Longitud Oeste **86°09'49"** y tiene altitud de **56 msnm¹**. Lo cual nos permite usar la carta psicrométrica que tiene un límite máximo en altura de 1000 msnm.

Las propiedades psicrométricas para Managua se analizan detenidamente como:

a) Temperatura de Bulbo Seco:

Para seleccionar la temperatura de bulbo seco, se realiza un análisis correspondiente, a los datos obtenidos por el INETER, para ello se toman en cuenta las temperaturas más altas que transcurren durante el año, enfocados directamente a los meses de la estación de verano (*marzo, abril y mayo*), en que se determina que las temperaturas máximas se dan durante el mes de abril.

b) Humedad Relativa:

¹ **Msnm:** Metros sobre el nivel del mar

Para la selección de la humedad relativa se consideró que los datos brindados por INETER son de una medición diaria, es decir que la temperatura máxima puede o no puede corresponder a la humedad relativa máxima de ese, para el departamento de Managua, se tiene un porcentaje humedad relativa máxima del 90% correspondiente al mes de mayo de 2018 y la humedad relativa correspondiente a la temperatura máxima de bulbo húmedo es de 61% y es la que se tomara como punto de referencia para determinar las propiedades adicionales.

c) Temperatura de Bulbo Húmedo:

De igual manera la temperatura de bulbo húmedo se obtiene a partir de las tablas proporcionadas por INETER (ver tablas 1 en anexos), en el que se tiene un valor de 79.34 °F (26.3°C), correspondiente al mes de septiembre de 2018.

Aunque también está de igual manera puede ser obtenida con el EES, a partir de dos condiciones conocidas, ejemplo: Temperatura de Bulbo Seco y Humedad Relativa.

d) Temperatura de Punto de Rocío:

El parámetro de punto de Rocío se puede obtener a partir de la carta psicrométrica, considerando la presión barométrica de 14.7 psi, a una temperatura de bulbo seco de (100.04°F) y un porcentaje de Humedad Relativa del 61%, se obtiene un valor de Temperatura de Punto de Rocío de 84.1°F. Para una mejor precisión se hará uso de software EES, que proporcionará los parámetros psicrométricos iniciales que se tomarán como condiciones de diseño exterior, los datos obtenidos son los mostrados a continuación:

Properties of Moist Air and the Psychrometric Chart

(Reasonable values must be supplied)

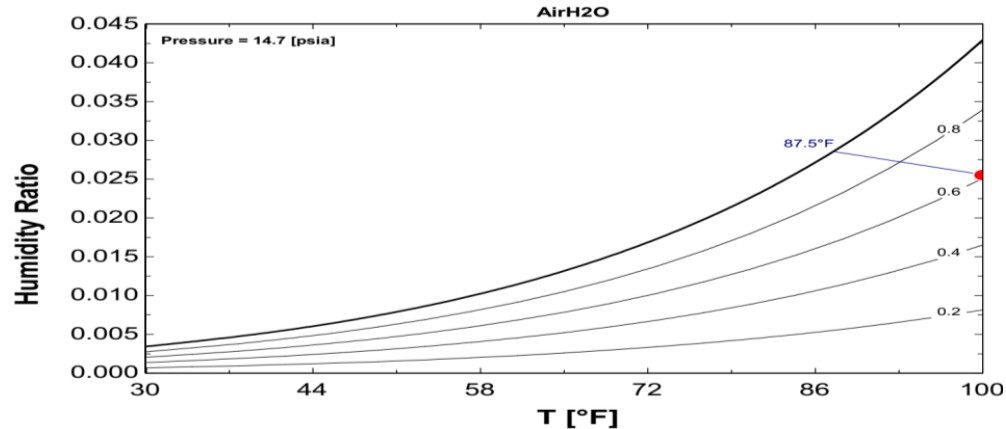
Unit System:
 Atmospheric Pressure: [psia]
 Select the first input variable:
 = [°F]
 Select the second input variable:
 = []

Solution

Tdb = 100.0 [°F]	P = 14.7 [psia]	w = 0.02553
Twb = 87.5 [°F]	Rh = 0.61	v = 14.68 [ft lb
Tdp = 84.1 [°F]		h = 52.21 [Btu/lb

De igual manera como en las condiciones de diseño interior, se grafican los parámetros encontrados:

El valor de **W (humedad absoluta)** está dado en libras de agua por libras



de aire seco (*lbw/ lbas*), para fines prácticos se considera que 1 libra de agua contiene 7,000 granos, por lo que el dato obtenido en el programa, se debe multiplicar por este factor de conversión.

e) Velocidad del Viento:

Este parámetro es brindado por INETER, para Managua se tiene una velocidad promedio del viento de:

$$15.14 \frac{km}{hr} = 4.21 \frac{m}{seg}$$

f) Rango diario:

El rango diario no es más que una variación entre temperatura máxima y mínima durante el transcurso del día. Debido que se requiere obtener un valor más preciso se realiza para los 30 días del mes de abril, que es el mes con mayores temperaturas para la ciudad de Managua, es así como obtenemos un valor para el rango diario máximo de 13.8°C (56.84°F) y un promedio de 11.7°C (53.06°F), para humedad relativa se tiene un porcentaje diario máximo de 69% y un promedio de 62%.

Para el año 2018 el departamento de Managua registró como temperatura más alta corresponde al día 24 de abril, con temperatura máxima de **37.8°C**, este valor absoluto de temperatura se tomará llevar a cabo el diseño del sistema de climatización.

Para el mes de Abril se obtuvieron las siguientes temperaturas en grados Fahrenheit

Temperatura °F				Humedad Relativa	
DIA	Max	Min	Rango	Día	HR (%)
1	93.2	75.6	17.6	1	59
2	94.6	73.4	21.2	2	61
3	94.5	72.0	22.5	3	61
4	95.0	72.0	23.0	4	61
5	94.6	75.2	19.4	5	58
6	95.4	72.7	22.7	6	58
7	93.9	73.0	20.9	7	65
8	95.0	74.7	20.3	8	69
9	95.2	75.2	20.0	9	62
10	95.7	74.5	21.2	10	60
11	93.2	74.8	18.4	11	64
12	94.6	73.8	20.9	12	64
13	93.6	74.8	18.7	13	67
14	95.0	73.0	22.0	14	62
15	96.4	73.4	23.0	15	60
16	97.2	78.1	19.1	16	57
17	96.1	74.5	21.6	17	63
18	96.4	72.7	23.8	18	59
19	96.8	76.3	20.5	19	54
20	97.5	75.9	21.6	20	62
21	98.2	77.4	20.9	21	65
22	97.9	74.8	23.0	22	61
23	99.3	74.8	24.5	23	61
24	100.04	75.2	24.8	24	61
25	96.8	77.4	19.4	25	60
26	95.0	75.0	20.0	26	62
27	96.8	76.6	20.2	27	65
28	96.1	75.2	20.9	28	68
29	97.5	79.2	18.4	29	65
30	95.7	77.0	18.7	30	61
Promedio	95.91	74.94	20.97	Promedio	61.83
Max	100.04	79.2	24.8	Max	69
Min	93.2	72	17.6	Min	54

Propiedades de las Condiciones de Diseño Exterior	
Temperatura de Bulbo Seco (BS)	100.04 °F
Temperatura de Bulbo Húmedo (BH)	87.5 °F
Temperatura Punto de Rocío (PR)	84.1 °F
Presión Barométrica (P)	14.7 psi
Humedad Relativa (HR)	61%
Contenido de Humedad -Granos H ₂ O/lbs (W)	178.71
Volumen (V)	14.68 ft ³ /lb _m
Entalpía (h)	52.21 Btu/lb _m

7.3 MEMORIA DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICA

Dada la configuración arquitectónica de la edificación, se procederá realizar el cálculo de cargas de enfriamiento, agrupando las habitaciones continuas en bloques, a fin de obtener resultados más precisos del diseño.

Para fines prácticos se presenta el desarrollo completo de los cálculos para un solo bloque de habitaciones, demostrando el procedimiento con sus respectivos detalles, para los demás bloques se sigue el mismo procedimiento, se mostrarán los datos obtenidos en forma tabulada.

7.3.1 CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE ESTRUCTURA EXTERIOR.

7.3.1.1 *Ganancia de calor por conducción de paredes*

Habitación N° 1 a N° 4 de la Residencia Estudiantil.

$$Q = U * A * DTCE_e$$

Dónde:

Q = Ganancia neta del recinto a través de paredes. (BTU/H)

U = Coeficiente general de transferencia de calor para paredes, BTU/H-ft²-°F

A = Área de pared (ft²)

$DTCE_e$ = Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento (°F)

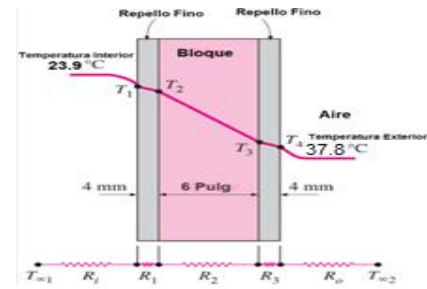
Para calcular la ganancia de calor a través de estructuras es necesario recurrir a las condiciones de diseño siguientes:

- Latitud = 12°08'36"
- Longitud = 86°09'49"
- Elevación = 56 msnm
- Temperatura bulbo seco = 100.04 °F = T_{exterior} = Ambiente
- Temperatura bulbo húmedo = 79.34 °F
- Punto de rocío = 96.5 °F y W = 268.94 granos /lb

El tipo de material con que está construido el local es de: Concreto ligero de 6 pulgadas - con cielo raso suspendido. La sumatoria de todas las resistencias dará como resultado el coeficiente global de transferencia de calor.

Calculamos el valor de “U” para las paredes:

Película de aire interior	0.68
Repello Fino	0.2
Pared de 15 cm (aproximadamente 6 in)	1.62
Repello Fino	0.2
Película de aire exterior	0.25
Σ R	2.95



Los valores de resistencia del tipo de pared y de película de aire exterior e interior se muestran en anexos imagen 18 *Propiedades Térmicas código de número de capas usadas en paredes y techos*. (ASHRAE , 2017, pág. 18.37)

La resistencia del repello fino se encuentra en la sección de materiales de enyesado, ver en Anexos (imagen 11), tomada en base al libro Edward G. Pita.

Calculando el coeficiente global de transferencia de calor:

$$U = \frac{1}{\sum R}$$

$$U = \frac{1}{R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_o}$$

Sustituyendo valores:

$$U = \frac{1}{0.68 + 0.2 + 1.62 + 0.2 + 0.25}$$

$$U = \frac{1}{2.95 \frac{ft^2 * ^\circ F * h}{Btu}}$$

$$U = 0.3389 \frac{BTU}{ft^2 * ^\circ F * h}$$

Área útil de pared

Latitudes	Pared (m ²)	Pared (Ft ²)
NORTE	17.4332	187.6492
SUR	23.5188	253.1540
ESTE	11.3080	121.7182
OESTE	11.3080	121.7182

Para convertir de m² a ft² se utilizó el factor de conversión de 1m² = 10.7639 ft²

1. El área de ventana se debe de restar para las paredes Norte y Sur, quienes son las que contienen persianas, para la Pared Norte se tiene un área de ventana de 15.36 mts^2 y para la pared sur se tiene un área de 2.0304 mts^2 .
 2. El área de puertas de la pared Sur se debe de restar al área bruta de esta misma, la dimensión ocupada para las puertas tiene una totalidad de 7.144 mts^2 , esta área se le restará al área bruta de la pared Sur.
 3. El área de la pared Este y Oeste no contienen puertas, ni ventanas por lo que el área neta corresponde al área bruta.
 4. En este bloque de habitaciones solo se tiene la pared norte y este expuesta al exterior, es decir, son las que están expuestas mayormente a la radiación solar.
- Para lo Anterior revisar los planos de la residencia estudiantil (ver anexos), las medidas ocupadas para el cálculo del área están plasmadas en los planos.

- Calculando el valor de DTCEe por medio de la ecuación:

$$\text{DTCEe} = [\text{DTCE} + \text{LM}] * \text{K} + [(78^\circ\text{F} - t_r) + (t_0 - 85)]$$

Donde:

t_r = Temperatura de recinto 75°F . t_0 = Temperatura media de diseño exterior.

LM = Corrección de la DTCE por latitud y mes, (ver imagen 4 en Anexos).

K = Corrección debido al color de la superficie.

Calculando la temperatura de diseño exterior:

$$t_0 = T_{ext} - \frac{\text{Rango}_{\text{diario medio}}}{2}$$
$$t_0 = 100.04^\circ\text{F} - \frac{24.8^\circ\text{F}}{2}$$

$$t_0 = 87.64^\circ\text{F}$$

Latitud	Mes	Norte	Este	Oeste	Sur
8	Abril	2	-1	-1	-7
Valores de LM según latitudes					
Latitud	Mes	Norte	Este	Oeste	Sur
16	Abril	-1	-1	-1	-6
Valores de LM según latitudes					

De los valores anteriores se interpolan para una latitud de 12° N, que es la correspondiente a la ciudad de Managua; siguiendo el debido procedimiento se obtienen los siguientes resultados:

Latitud	Mes	Norte	Este	Oeste	Sur
12	Abril	0.5	-1	-1	-6.5

Se emplea un **K = 0.65** para pared de color clara. (Pita, 1994, pág. 137). Para obtener el DTCE se emplea el uso de la tabla diferencia de temperaturas para cargas de enfriamiento (ver imagen 2 en anexos), tomada en referente al libro Edward G. Pita, lo que resulta:

❖ Bloque de Concreto de 8 in (Ver anexos imagen 3)

❖ Paredes Grupo E (Ver anexos imagen 2)

Paredes grupo	Hora solar	Norte	Este	Oeste	Sur
E	14	13	37	14	24
Valores de DTCE Según latitudes					

Latitudes	DTCE	LM
NORTE	13	0.5
SUR	24	-6.5
ESTE	37	-1
OESTE	14	-1

Calculando el
pared Norte

DTCEe para la

$$DTCEe = [DTCE + LM] * K + [(78\text{ °F} - t_r) + (t_0 - 85)]$$

$$DTCEe = [13 + 0.5] * 0.65 + [(78\text{ °F} - 75\text{ °F}) + (87.64\text{ °F} - 85\text{ °F})]$$

$$DTCEe = 14.42\text{ °F}$$

Calculando el DTCEe para la pared Este

$$DTCEe = [DTCE + LM] * K + [(78\text{ }^{\circ}\text{F} - t_r) + (t_0 - 85)]$$

$$DTCEe = [37 - 1] * 0.65 + [(78\text{ }^{\circ}\text{F} - 75\text{ }^{\circ}\text{F}) + (87.64\text{ }^{\circ}\text{F} - 85\text{ }^{\circ}\text{F})]$$

$$DTCEe = 29.04\text{ }^{\circ}\text{F}$$

Habiendo obtenidos todos los datos anteriores procedemos a determinar la ganancia calor neta del recinto a través de la conducción de las paredes.

Para el lado Norte

$$Q = U * A * DTCE_e$$

$$Q = 0.3389 \frac{BTU}{ft^2 * ^{\circ}\text{F} * h} * 187.65\text{ }ft^2 * 14.42\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$Q = 976.71\text{ }BTU/h$$

Para el lado Este

$$Q = U * A * DTCE_e$$

$$Q = 0.3389 \frac{BTU}{ft^2 * ^{\circ}\text{F} * h} * 121.72\text{ }ft^2 * 29.04\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$Q = 1,197.91\text{ }BTU/h$$

7.3.1.2 Ganancia de calor por conducción en techos.

Para el cálculo de la ganancia de calor por techo utilizamos la siguiente ecuación:

$$Q = U * A * DTCE_e$$

Dónde:

Q: ganancia neta del recinto por conducción a través de techos.

U: Coeficiente general de transferencia de calor para el techo $BTU/h\text{-}ft^2\text{-}^{\circ}\text{F}$.

A: Área total para techos (ft^2).

DTCEe: Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento ($^{\circ}\text{F}$).

El tipo de material que posee la residencia es: lámina metálica troquelada (Cindu Tipo Acerolit) tomada de un fabricante, el valor del DTCEe se toma un valor próximo de las tablas Del libro (Eduard G. Pita.), (ver imágenes características de láminas metálicas en anexos).

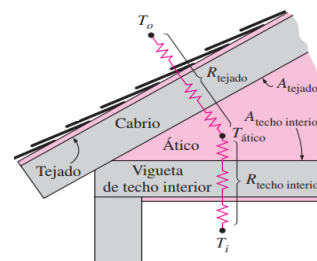
El cálculo del coeficiente de transferencia de calor universal viene dado por:

$$U = \frac{1}{R_{aire\ exterior} + R_{techo} + R_{aire\ estático} + R_{playwood} + R_{aire\ interior}}$$

Debe de considerarse que la resistencia de la película de aire entre el techo y la lámina de playwood se determina con condiciones de aire estático al igual que la película de aire interior.

$$U = \frac{1}{0.25 + 0.018 + 0.92 + 1.31 + 0.92}$$

$$U = 0.2925 \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F}$$



La selección del DTCE para calcular cargas en los techos toma en cuenta la hora solar, es decir la hora a la cual el techo está expuesto a mayor cantidad de radiación solar, así como también se considera el material del mismo.

El área viene determinada con dimensiones establecidas por el plano arquitectónico de la residencia estudiantil, para lo cual se toman únicamente las áreas comprendidas entre el bloque de habitaciones 1-4, cuyo valor resulta ser:

$$\text{Área del techo: } 600.6256 \text{ ft}^2$$

Corrección del valor DTCE. El valor DTCE se corrige de la siguiente Manera:

$$DTCEe = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_R) + (t_0 - 85) * f]$$

Donde:

- 1) **DTCE:** (Ver Anexos imagen 1 y 2).
- 2) **LM:** Corrección por latitud y mes (Ver Anexos imagen 4).
- 3) **K:** Corrección debido al color de la superficie.
- 4) **t_R:** Temperatura del recinto, °F.
- 5) **t₀:** Temperatura de diseño exterior promedio, °F.
- 6) **f:** Factor de corrección para ventilación del cielo raso.

Se toma el DTCE calculando para las 2:00 pm, de la imagen 1 (ver anexos)

LM= Corrección por latitud y mes se obtiene interpolando las latitudes de 8 N y 16 N, en la columna Hora, para llegar a la que necesitamos de 12°08'36" en el mes de abril. (Ver imagen 4 en anexos tomadas del Edward G. Pita).

K= Coeficiente de corrección debido al color de la superficie, se toma un K=1, debido a que se recomienda este valor en cualquier lugar, donde los colores pueden oscurecerse debido a la contaminación o a otras causas.

El valor de **f** (solo para techos) se toma como 1.

Sustituimos en la ecuación:

$$DTCE_e = [(DTCE + LM)] * K + (78 - t_R) + (t_0 - 85) * f]$$

$$DTCE_e = [(77^{\circ}F + (-0.5))] * 1 + (78 - 75^{\circ}F) + (87.64^{\circ}F - 85) * 1]$$

$$DTCE_e = 82.14^{\circ}F$$

Calculando la ganancia de calor debida al techo:

$$Q = U * A * DTCE_e$$

$$Q = 0.2925 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^{\circ}F} * 600.6256 ft^2 * 82.14^{\circ}F$$

$$Q = 14,430.6 \frac{BTU}{h}$$

7.3.1.3 Ganancia de calor por conducción en vidrios.

$$Q = U * A * DTCE_e$$

Dónde:

U: Coeficiente general de transferencia de calor para el vidrio $BTU/h \cdot ft^2 \cdot ^{\circ}F$.

A: Área total de vidrio (ft^2).

DTCEe: Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento ($^{\circ}F$).

Se tienen persianas venecianas de vidrio- tipo de vidrio sencillo

Obteniendo el valor de U de tabla (ver imagen 15 en anexos) para vidrio sencillo

U = 1.04 —————>Verano exterior

Las áreas obtenidas según las latitudes para las estructuras de vidrio son:

Latitudes	(m ²)	(Ft ²)
NORTE	15.36	165.3335
SUR	2.0304	21.855

Para convertir de m² a Ft² se utilizó el factor de conversión 1m² =10.7639 ft²

Hora	14
DTCE	13

$$DTCE_e = DTCE + (78^\circ F - t_r) + (t_0 - 85)$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$DTCE_e = 13 + (78^\circ F - 75^\circ F) + (87.64^\circ F - 85^\circ F)$$

$$DTCE_e = 18.64^\circ F$$

Calculando la ganancia de calor por vidrios:

$$Q = U * A * DTCE_e$$

LADO NORTE

Sustituyendo valores:

$$Q = 1.04 * \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F} * 165.33 ft^2 * 18.64^\circ F$$

$$Q = 3205.02 \frac{BTU}{h}$$

LADO SUR

Sustituyendo valores:

$$Q = 1.04 * \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F} * 21.855 ft^2 * 18.64^\circ F$$

$$Q = 423.67 \frac{BTU}{h}$$

7.3.2 GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA INTERIOR

7.3.2.1 Transferencia de calor a través de la división.

El calor que pasa desde los espacios interiores sin acondicionamiento hasta los espacios acondicionados a través de divisiones, pisos y cielos rasos se puede calcular con la ecuación:

$$Q = U * A * DT$$

➤ Para la pared con pasillo Sur

Latitud	Pared (m ²)	Pared (ft ²)
Sur	25.4793	275.0134

El coeficiente global de transferencia de calor para la pared de 6 in calculado con anterioridad es de $U = 0.3389 \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F}$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$Q = U * A * DT$$

$$Q = 0.3389 \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F} * 275.0134 ft^2 * (95.04 ^\circ F - 75^\circ F)$$

$$Q = 1867.77 BTU/h$$

➤ Para la pared Oeste

Latitud	Pared (m²)	Pared (Ft²)
Oeste	11.308	121.72

El coeficiente global de transferencia de calor para la pared de 6 in calculado con anterioridad es de $U = 0.3389 \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F}$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$Q = U * A * DT$$

$$Q = 0.3389 \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F} * 121.72 ft^2 * (95.04 ^\circ F - 75^\circ F)$$

$$Q = 826.66 BTU/h$$

➤ Puertas Internas

Latitud	Pared (m²)	Pared (ft²)
Sur	7.144	73.8973

El coeficiente global de transferencia de calor para la puerta se toma del Apéndice A.7 del Libro Edward G. Pita, (ver imagen 13 en anexos), considerando un tipo de puerta de madera maciza, el cual posee un valor de $0.42 \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F}$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$Q = U * A * DT$$

$$Q = 0.42 \frac{BTU}{h - ft^2 - ^\circ F} * 73.8973 ft^2 * (95.04 ^\circ F - 75^\circ F)$$

$$Q = 621.98 BTU/h$$

7.3.3 Ganancia de calor por radiación solar a través de vidrio.

La ganancia neta de calor se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q = FGCS * A * CS * FCE$$

De donde:

FGCS= Factor de ganancia máxima de calor solar, BTU/h-ft²

A= área del vidrio, ft²

CS= Coeficiente de sombreado.

FCE= Factor de carga de enfriamiento para el vidrio.

Q= Ganancia neta por radiación solar a través de vidrio, BTU/h.

Para obtener el **FGCS** (Ver imagen 6 en anexos, tomada del libro Edward G. Pita).

La latitud correspondiente al departamento de Managua son 12°08'36”, por lo que se deberá interpolar entre 8 y 16 grados de latitud.

Latitud 16°	Norte	Sur	Este	Oeste
Mes de Abril	39	45	227	227
Valores de FGCS según latitudes				
Latitud 8°	Norte	Sur	Este	Oeste
Mes de Abril	44	39	225	225

Finalmente se obtiene los siguientes valores de FGCS para Managua de:

Latitud 12°	Norte	Sur	Este	Oeste
Mes de Abril	41.5	42	226	226
Valores de FGCS según latitudes				

Para obtener el coeficiente de sombreado se debe de hacer uso de la tabla 6.7, (ver imagen 7 en anexos tomadas del libro Edward G. Pita)

→

LATITUD	Vidrio doble (ft ²)	Puertas de vidrio liso (ft ²)	Ventanas de Vidrio liso (ft ²)
Norte	165.3335	-----	-----
Sur	21.855	-----	-----
Este	-----	-----	-----
Oeste	-----	-----	-----

CS → se tiene para Vidrio doble: CS (Coeficiente de sombreado) = 0.55

Áreas obtenidas según las latitudes para las estructuras de vidrio



Para obtener el valor de FCE del vidrio (*Ver imagen 8 en anexos tomado del libro Edward G. Pita*), se toma una aproximación de construcción pesada, debido a que las paredes de concreto de las habitaciones de la residencia son de 6 in.

Para el lado Sur:

$$Q = FGCS * A * CS * FCE$$

$$Q = 42 \frac{BTU}{h * ft^2} * 21.855 ft^2 * 0.55 * 0.67$$

$$Q = 338.25 \frac{BTU}{h}$$

Para el lado Norte:

$$Q = FGCS * A * CS * FCE$$

$$Q = 41.5 * 165.3335 ft^2 * 0.55 * 0.85$$

$$Q = 3207.68 \frac{BTU}{h}$$

NOTA: El cálculo para las paredes este y oeste no se efectúa, debido a que solamente en la pared norte y sur, se cuenta con ventanas de vidrio. Las puertas tampoco se toman en cuenta debido a que están hechas de maderas.

(Revisar en anexos materiales empleados en el plano arquitectónicos)

7.3.4 GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACIÓN.

Residencia Estudiantil UNI			
Equipo	Cantidad	Potencia Estimada por quipo (W)	Total (W)
Habitaciones N°1 a N°4			
Lámpara Fluorescente Auto balastra Espiral	4	20W 6500 K-31.4 mA 50/60 Hz	80
TOTAL			80

➤ Calculando la ganancia de calor debida al alumbrado

$$Q = 3.4 * W * FB * N * FCE$$

Donde:

Q= Ganancia neta de calor debida al alumbrado **BTU/h**

W= Capacidad de alumbrado, **watts**.

FB= Factor de Balastro = 1.25, se toma en base a alumbrado fluorescentes.

N_{lámparas}= 1, cada habitación contiene una sola lámpara fluorescente.

FCE= Factor de Carga de Enfriamiento por persona = 1.

Sustituyendo:

$$Q = 3.412 * 1.25 * 4 \text{ lámparas} * 1 * 20 \text{ watts}$$

$$Q = 341.2 \frac{BTU}{h}$$

7.3.5 GANANCIA DE CALOR POR PERSONAS:

$$Q_s = q_s * n * FCE$$

$$Q_l = q_l * n * FCE$$

Donde:

n = N° de personas.

q_l = calor latente.

q_s = calor sensible.

FCE = factor de carga de enfriamiento por persona

Actividad	Aplicaciones típicas	Q _l	Q _s
Sentado, trabajo ligero, mecanografía.	Oficinas, hoteles, apartamentos.	155 BTU / h	245 BTU / h

(ASHRAE , 2017, pág. 18.4) Tasas de ganancia de calor debida a los ocupantes del recinto acondicionado, (ver imagen 12 en anexos).

Sabiendo que el número de estudiantes por cada habitación dentro del recinto es de 4 personas se tiene que el total de personas en las 4 habitaciones es: $n = 16$ personas.

El Factor de Carga de Enfriamiento (FCE), se toma en base a 14 horas de uso diario y después de cada entrada unas 8 horas, dando como resultado un valor de 0.87. (Ver imagen 12 en anexos -Tomada de Libro Edward G. Pita)

$$Q_s = q_s * n * FCE$$

Determinando el Calor sensible:

$$Q_s = 245 \frac{BTU}{h} * 16 * 0.87$$

$$Q_s = 3410.4 \frac{BTU}{h}$$

Determinando el Calor Latente:

$$Q_s = 155 \frac{BTU}{h} * 16 * 0.87$$

$$Q_s = 2157.6 \frac{BTU}{h}$$

$$Q_t(personas) = Q_l + Q_s$$

$$Q_t(personas) = 5568 \frac{BTU}{h}$$

7.3.6 Ganancia de calor debida al equipo.

Para el cálculo de los equipos eléctricos se recurrió a la siguiente tabla que nos da la capacidad en watts de cada uno de los usados en el recinto, posteriormente se realizara la conversión para obtener las unidades de BTU/h.

Consumo indicado de artefactos eléctricos		
Electrodomésticos	Potencia (W)	Consumo (kWh)
Computadora Laptops	46	0.046

La potencia se tomó en base a la tabla Ganancia de calor recomendada para computadoras portátiles. (Revisar anexos imagen 10, Tabla 8B tomada del ASRHAE Handbook 2017).

EQUIPOS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA(W)	FACTOR DE CONVERSIÓN	POTENCIA (BTU/h)
COMPUTADORAS	16	46	3.412	2,511.23
TOTAL				2,511.23

Nota: Se toma en cuenta el uso de 16 computadoras para las cuatro habitaciones, se considerará un máximo de pc-laptops a fin tener satisfacer la capacidad requerida.

7.3.7 Ganancia por infiltración.

Para este tipo de ganancia de calor se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_s = 1.1 * CFM * DT$$

De Donde:

CFM: Es equivalente del valor de CFM que ingresa por las ranuras de puertas, ventanas, etc.

DT: Diferencia de temperatura del aire interior y exterior.

Para el cálculo de la ganancia de calor por infiltración, existen dos métodos: el método de las fisuras y el método del cambio de aire. Para la residencia estudiantil vamos a elegir el método del cambio de aire, debido a que este es el que se usa principalmente en estimaciones de construcciones residenciales, el que supone calcular el número de cambios de aire por hora.

En libro de acondicionamiento de aire Edward G. Pita, aparecen valores típicos para construcciones residenciales, (Ver anexos imagen 14)

La tasa de infiltración de aire en CFM viene dada por la ecuación:

$$CFM = C.A * \frac{V}{60}$$

De Donde:

V: Volumen del recinto ft³

CFM: Velocidad de infiltración

C.A: Número de cambios por hora para el recinto.

El cambio de aire es igual al volumen del recinto, que se obtuvo por medio del plano arquitectónico de la residencia estudiantil, valor que resulta de la suma de los volúmenes internos de cada habitación comprendida desde el cuarto 1 al 4, cuyo volumen total resultó ser de 89.8215 m^3 , empleamos un factor de conversión de unidades métricas cubicas a pies cúbicos de 35.3147.

$$89.8215 \text{ m}^3 * \frac{35.3147 \text{ ft}^3}{1 \text{ m}^3}$$

$$3,171.97 \text{ ft}^3$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$CFM = 1 * \frac{3,171.97}{60}$$

$$CFM = 52.87 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$$

La ganancia de cargas por infiltración se divide en: Ganancia de calor sensible y ganancia de calor latente.

7.3.7.1 Ganancia de calor sensible debido a la infiltración.

$$Q_s = 1.1 * CFM * DT$$

$$Q_s = 1.1 * 52.87 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} * (100.04^\circ\text{F} - 75^\circ\text{F})$$

$$Q_s = 1,456.25 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

Las unidades de BTU/h resultan de la constante de 1.1 utilizado en la ecuación, que se emplea como factor de conversión.

7.3.7.2 Ganancia de calor latente debido a la infiltración.

$$Q_l = 0.68 * CFM * (W_e - W_i)$$

Donde:

Wi y We: Son relaciones de humedad mayor (exterior), menor(interior).

Ql: Calor latente necesario para infiltración.

CFM: Pie cúbicos por minutos- cubic foot per minute.

Sustituyendo valores:

$$Q_l = 0.68 * 52.87 \frac{ft^3}{min} * (178.71 \frac{lbrs_{H2O}}{lbrs_{aire seco}} - 64.64 \frac{lbrs_{H2O}}{lbrs_{aire seco}})$$

$$Q_l = 4,101 \frac{BTU}{h}$$

NOTA: La Ganancia de calor por pisos sobre el terreno no se calculará debido a que las temperaturas son similares, por tal motivo puede despreciarse.

7.3.8 Transferencia de calor a los alrededores.

Algo de la ganancia del calor sensible al recinto se transfiere a través de la estructura hacia los alrededores, y nunca aparece como parte de la carga del recinto. Esto constituye como parte de la carga del recinto; se debe calcular esa pérdida de calor y corregir las ganancias de calor sensible al recinto por conducción, radiación solar, alumbrado, personas y equipo. Las siguientes ecuaciones se emplean para calcular la corrección para la transferencia de calor a los alrededores (Pita E. G., 1994, pág. 156).

$$F_c = 1 - 0.02 K$$

$$K = \frac{(U_w * A_w + U_g * A_g)}{L}$$

Donde

F_c= Factor para corregir cada ganancia de calor sensible al recinto.

K= Conductancia de la unidad de longitud, $\frac{BTU}{h-ft^2-^{\circ}F}$

L= Longitud de la pared exterior, **ft**

U_w, U_g = Coeficiente de transferencia de calor, w= pared, g= vidrio, $\frac{BTU}{h-ft^2-^{\circ}F}$

A_w, A_g = Área de la pared o del vidrio, **ft²**.

Sustituyendo valores, se tiene:

$$K = \frac{\left(0.3389 \frac{BTU}{h-ft^2-^{\circ}F} * 309.33 ft^2 + 1.04 \frac{BTU}{h-ft^2-^{\circ}F} * 165.33 ft^2\right)}{52.10 ft}$$

$$K = 5.31$$

Determinando el factor para corregir las ganancias de calor sensible al recinto:

$$F_c = 1 - 0.02 (5.31)$$

$$F_c = 0.89$$

Las ganancias de calor de calor sensible debidas a la conducción, radiación solar, alumbrado, personas y equipos se deben de multiplicar por 0.89, cada una de ellas. Esto es, las cargas sufren una reducción del 11%.

7.4 Carga de enfriamiento del recinto

La carga de enfriamiento del recinto es la velocidad a la cual se debe de eliminar el calor de él, y es la suma de cada una de las ganancias netas corregidas para el recinto. Se usarán las abreviaturas **RSHG, RLHG y RTHG** para designar a las ganancias corregidas del recinto, de calor sensible, latente y totales.

7.4.1 Carga de enfriamiento total para el bloque de habitaciones 1-4

A continuación, se muestra una tabla de resumen de las cargas térmicas totales:

CALCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 1-4				
Parámetros	Qs(BTU/h)	Ql(BTU/h)	QT(BTU/h)	%
Techo	12,897.27		12,897.27	34.0716
Paredes	1,889.93		1,889.93	4.9928
Ventana	6412.34		6,412.34	16.9399
Iluminación	304.95		304.95	0.8056
Personas	3048.03	2157.60	5,205.63	13.7521
Equipos	2,244.40		2,244.40	5.9292
Infiltración	1,456.25	4101.00	5,557.25	14.6810
Divisiones de Estructura Interior	3,341.65		3,341.65	8.8279
Sub-TOTAL	31,594.81	6,258.60	37,853.41	100.00
FACTOR DE SEGURIDAD				10%
RSHG				34,764.29
RLHG				6884.46
RTHG				41,638.75

7.4.2 Factor de Seguridad para la Carga Térmica de Enfriamiento.

Para este proyecto se empleará un factor de seguridad del 10% sobre la carga térmica total del recinto a fin de considerar la mínima omisión o inexactitud (seguridad adicional o reserva que puede estar disponible desde el funcionamiento del compresor y la carga promedio). Se Considerará un factor de seguridad que aumente (en valor absoluto), la carga sensible y latente de nuestros locales. Además, este factor lo empleamos con el fin de asegurarnos contra

condiciones inciertas o desconocidas, ocasionadas por el mal uso del sistema instalado, ejemplo de ello: mayor número de personas en el recinto de las que fueron calculadas generará una mayor cantidad de carga térmica.

7.4.3 Cálculo de la Ganancia de Calor Total del Recinto.

La ganancia total del calor del recinto es la sumatoria de RSHG y RLHG, resultado una cantidad total de calor de:

$$Q_{total} = RTHG = RSHG + RLHG$$

$$Q_{total} = 41,638.75 \frac{BTU}{h}$$

Determinando las toneladas de refrigeración:

➤ Realizando conversión:

$$Q_{total} = 41,638.75 \frac{BTU}{h} * \frac{1 \text{ Tonelada de Refrigeración}}{\frac{BTU}{h}}$$



3.47 Tonelada de Refrigeración

A continuación, presentamos la planta arquitectónica de la elevación Norte, en la cual se indican las habitaciones N° 1, 2, 3, 4 para la cual se realizaron los cálculos, estas corresponden al recuadro enmarcado en la imagen:

Figura 19. Elevación arquitectónica norte de la residencia estudiantil.



ELEVACIÓN ARQUITECTÓNICA NORTE




Líderes en Ciencia y Tecnología

“Diseño de un sistema de climatización para la residencia estudiantil del Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería”.

7.7 RESUMEN COMPLETO DE CÁLCULO DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO PARA LA RESIDENCIA ESTUDIANTIL

A continuación, se muestra el resumen de cargas de enfriamiento para todas las habitaciones, estos cálculos se realizaron por bloques dependiendo la ubicación, el procedimiento de cálculo empleado es igual a desarrollado con anterioridad.

CÁLCULOS DE CARGA DE ENFRIAMIENTO									
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE LA RESIDENCIA ESTUDIANTIL DEL RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA									
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI-RUSB), Managua- Nicaragua									
	Condiciones de Diseño Interior				Condiciones de Diseño Exterior				
	BS	75°F	HR	50%	BS	100.04°F	HR	90%	
CÁLCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 1-4					CÁLCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 5-8				
Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Qi(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)	%	Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Qi(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)	%
Techo	12,897.27		12,897.27	34.07	Techo	9,556.29		9,556.29	28.19
Paredes	1,889.93		1,889.93	4.99	Paredes	958.63		958.63	2.83
Ventana	6412.3368		6,412.34	16.94	Cristales	6,461.29		6,461.29	19.06
Iluminación	304.95		304.95	0.81	Iluminación	302.28		302.28	0.89
Personas	3,048.03	2,157.60	5,205.63	13.75	Personas	3,021.39	2,157.60	5,178.99	15.28
Equipos	2,244.40		2,244.40	5.93	Equipos	2,224.78		2,224.78	6.56
Infiltración	1,456.25	4,101.00	5,557.25	14.68	Infiltración	1,488.48	4,191.75	5,680.23	16.76
Divisiones de Estructura Interior	3,341.65		3,341.65	8.83	Divisiones de Estructura Interior	3,536.64		3,536.64	10.43
Sub-TOTAL	31,594.81	6,258.60	37,853.41	100.00	Sub-TOTAL	27,549.79	6,349.35	33,899.14	100.00
FACTOR DE SEGURIDAD				10%	FACTOR DE SEGURIDAD				10%
RSHG				34754.29	RSHG				30304.77
RLHG				6884.46	RLHG				6984.29
RTGH				41638.75	RTGH				37289.06
RSHR				0.83	RSHR				0.81
RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				3.47	RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				3.11
CÁLCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 9-13					CÁLCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 14-16				
Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Qi(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)	%	Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Qi(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)	%
Techo	13,851.20		13,851.20	21.88	Techo	9,342.87		9,342.87	32.71
Paredes	2,028.66		2,028.66	3.20	Paredes	1,868.58		1,868.58	6.54
Ventana	22,661.32		22,661.32	35.80	Cristales	4,838.47		4,838.47	16.94
Iluminación	379.73		379.73	0.60	Iluminación	229.80		229.80	0.80
Personas	3,795.51	2,697.00	6,492.51	10.26	Personas	2,296.93	1,618.20	3,915.13	13.71
Equipos	2,794.81		2,794.81	4.42	Equipos	1,691.33		1,691.33	5.92
Infiltración	1,872.99	9,446.83	11,319.82	17.88	Infiltración	1,019.68	2,871.55	3,891.23	13.62
Divisiones de Estructura Interior	3,773.17		3,773.17	5.96	Divisiones de Estructura Interior	2,783.80		2,783.80	9.75
Sub-TOTAL	51,157.40	12,143.83	63,301.23	100.00	Sub-TOTAL	24,071.46	4,489.75	28,561.21	100.00
FACTOR DE SEGURIDAD				10%	FACTOR DE SEGURIDAD				10%
RSHG				56273.14	RSHG				26478.61
RLHG				13358.22	RLHG				4938.73
RTGH				69631.35	RTGH				31417.34
RSHR				0.81	RSHR				0.84
RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				5.80	RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				2.62

CALCULOS DE CARGA DE ENFRIAMIENTO

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE LA RESIDENCIA ESTUDIANTIL DEL RECINTO UNIVERSITARIO SIMON BOLIVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA


UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI-RUSB), Managua- Nicaragua

	Condiciones de Diseño Interior				Condiciones de Diseño Exterior			
	BS	75°F	HR	50%	BS	100.04°F	HR	90%
CALCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 17-19					CALCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 20-24			
Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Ql(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)	%	Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Ql(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)
Techo	8,153.93		8,153.93	28.15	Techo	15,811.48		15,811.48
Paredes	2,026.02		2,026.02	6.99	Paredes	2,572.02		2,572.02
Ventana	4,435.42		4,435.42	15.31	Ventana	21,170.41		21,170.41
Iluminación	223.24		223.24	0.77	Iluminación	389.10		389.10
Personas	2,302.02	1,618.20	3,920.22	13.53	Personas	3,889.22	2,697.00	6,586.22
Equipos	1,643.03		1,643.03	5.67	Equipos	2,863.81		2,863.81
Infiltración	1,046.67	5,279.11	6,325.78	21.84	Infiltración	1,814.05	9,149.53	10,963.58
Divisiones de Estructura Interior	2,238.20		2,238.20	7.73	Divisiones de Estructura Interior	4,393.38		4,393.38
Sub-TOTAL	22,068.52	6,897.31	28,965.83	100.00	Sub-TOTAL	52,903.47	11,846.53	64,750.00
FACTOR DE SEGURIDAD				10%	FACTOR DE SEGURIDAD			
RSHG				24275.37	RSHG			
RLHG				7587.04	RLHG			
RTGH				31862.41	RTGH			
RSHR				0.76	RSHR			
RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				2.66	RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)			
CALCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 25-28					CALCULOS DE GANANCIAS TOTALES HABITACIONES 29-32			
Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Ql(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)	%	Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Ql(BTU/Hr)	Qt(BTU/Hr)
Techo	10,833.30		10,833.30	29.89	Techo	12,252.40		12,252.40
Paredes	1,092.85		1,092.85	3.01	Paredes	1,345.77		1,345.77
Ventana	5,862.47		5,862.47	16.17	Ventana	5,761.33		5,761.33
Iluminación	302.89		302.89	0.84	Iluminación	304.95		304.95
Personas	3,027.46	2,157.60	5,185.06	14.30	Personas	3,048.03	2,157.60	5,205.63
Equipos	2,229.26	0.00	2,229.26	6.15	Equipos	2,244.40		2,244.40
Infiltración	1,466.17	7,394.92	8,861.09	24.45	Infiltración	1,452.00	4,089.03	5,541.03
Divisiones de Estructura Interior	1,880.19		1,880.19	5.19	Divisiones de Estructura Interior	3,345.20		3,345.20
Sub-TOTAL	26,694.57	9,552.52	36,247.09	100.00	Sub-TOTAL	29,754.08	6,246.63	36,000.71
FACTOR DE SEGURIDAD				10%	FACTOR DE SEGURIDAD			
RSHG				29364.03	RSHG			
RLHG				10507.77	RLHG			
RTGH				39871.80	RTGH			
RSHR				0.74	RSHR			
RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				3.32	RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)			

CALCULOS DE CARGA DE ENFRIAMIENTO

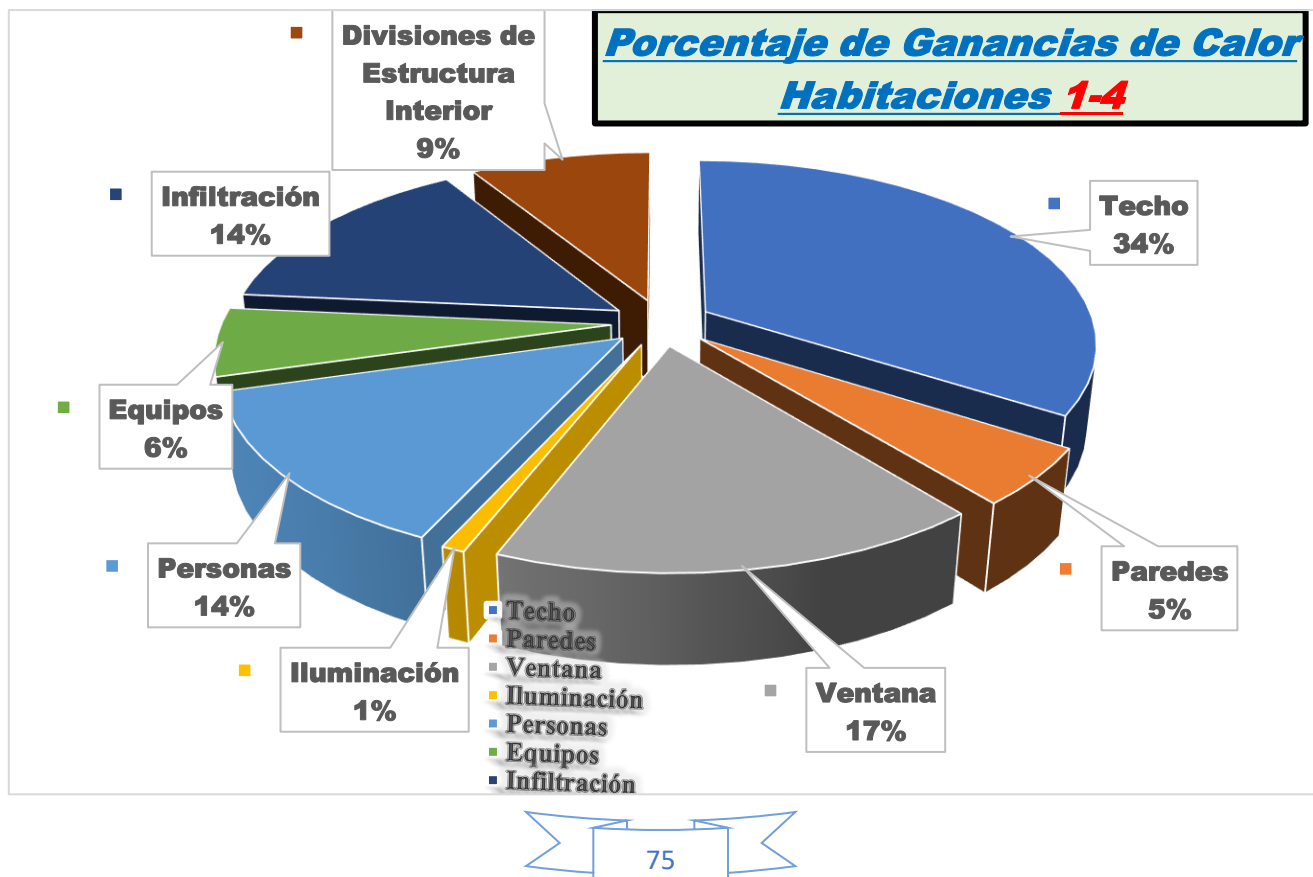
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE LA RESIDENCIA ESTUDIANTIL DEL RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (UNI-RUSB), Managua- Nicaragua

		Condiciones de Diseño Interior				Condiciones de Diseño Exterior			
		BS	75°F	HR	50%	BS	100.04°F	HR	90%
CALCULOS DE GANANCIAS TOTALES - Sala de Usos Múltiples					CALCULOS DE GANANCIAS - Sala De Estudio				
Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Qi(BTU/Hr)	QT(BTU/Hr)	%	Parámetros	Qs(BTU/Hr)	Qi(BTU/Hr)	QT(BTU/Hr)	%
Techo	10,864.53		10,864.53	32.00	Techo	8,591.10		8,591.10	25.70
Paredes	0.00		0.00	0.00	Paredes	1,151.77		1,151.77	3.45
Ventana	6,575.53		6,575.53	19.37	Cristales	4,076.77		4,076.77	12.19
Iluminación	341.20		341.20	1.00	Iluminación	317.32		317.32	0.95
Personas	3,410.40	5,568.00	8,978.40	26.45	Personas	3,806.86	2,562.15	6,369.01	19.05
Equipos	156.95		156.95	0.46	Equipos	2,759.74		2,759.74	8.25
Infiltración	680.89	3,434.20	4,115.09	12.12	Infiltración	1,316.33	6,639.18	7,955.51	23.80
Divisiones de Estructura Interior	2,918.82		2,918.82	8.60	Divisiones de Estructura Interior	2,210.99		2,210.99	6.61
Sub-TOTAL	24,948.33	9,002.20	33,950.53	100.00	TOTAL	24,230.87	9,201.33	33,432.19	100.00
FACTOR DE SEGURIDAD				10%	FACTOR DE SEGURIDAD				10%
RSHG				27443.16	RSHG				26653.95
RLHG				9902.42	RLHG				10121.46
RTGH				37345.58	RTGH				36775.41
RSHR				0.73	RSHR				0.72
RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				3.11	RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)				3.06

En el siguiente gráfico se muestran el porcentaje de ganancias de calor correspondiente a cada una de las distintas fuentes:

Se puede observar que la mayor ganancia de calor se da por división de estructura interior e Infiltración.



VIII. SELECCIÓN DEL SISTEMA Y EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

El equipo que se selecciona debe tener la capacidad de cubrir las cargas de refrigeración necesarias en el recinto, así como también brindar las condiciones de confort y calidad del aire. Para la selección del tipo de sistema y equipos de climatización se deben de considerar tres factores principales: *Eficiencia Energética, costos y confort requerido en el local*, que serán los puntos de partida para una buena elección de un acondicionamiento de aire.

Las condiciones estructurales de un edificio también son parte fundamental para la selección del sistema de climatización. No en todas las edificaciones resulta factible instalar un sistema de climatización u otro, debido a las limitaciones de espacio en el local, las cuales deben de considerarse; por ejemplo, para usar sistemas centrales con distribución de aire por ductos se requiere un suficiente espacio que va del marco hasta el techo para instalar ductos, difusores y rejillas de manera que facilite su instalación y su mantenimiento.

Por lo general este tipo de sistemas de aires acondicionados se suele instalar en viviendas de nueva construcción, debido a que las mismas en general poseen una preinstalación, o bien se puede hacer con más facilidad antes de estar habitadas. Esto hace que el precio baje considerablemente dado que los conductos, el falso techo, las rejillas de impulsión y retorno, así como la interconexión de máquina (unidad exterior) a máquina (unidad interior), están construidas.

- ❖ En la residencia estudiantil no resulta factible instalar sistemas de aire centralizados desde el punto de vista estructural, esto debido a que es un edificio relativamente viejo (construido en 1992) y no fue diseñado para climatizarse por conductos, además el espacio existente entre el cielo falso y el techo no poseen las dimensiones requeridas como para optar este tipo de sistema, por lo que se tendría que hacer una reestructuración que incurriría en altos costos por la modificaciones que se deben de realizar.
- ❖ Se consideró la opción de instalar un sistema Multi-split, pero esta se descarta debido a que este sistema funciona con una sola unidad exterior, que trabaja en conjunto para todas las unidades interiores, por tanto, cualquier avería en la unidad condensadora incurrirá en el paro de funcionamiento de todo equipo,

- dejando sin climatización todo el conjunto las habitaciones que dependen de esta.
- ❖ Otra opción que se tiene es un sistema VRF, son muy eficientes, pero presentan la misma desventaja que el sistema Multi-split al contener una sola unidad exterior que controla el funcionamiento de todas las unidades exteriores, además el costo de su mantenimiento resulta ser más costoso al tener diversidades de equipos como unidades manejadoras
 - ❖ Por lo anterior se consideró que el sistema idóneo a instalar fuese el de tipo Split-pared-piso techo, debido al tamaño de cada habitación, así como su fácil acceso para instalarlos y realizarles sus mantenimientos preventivos y correctivos, sin olvidar su valor adquisitivo que suele ser menor si se compara con los demás sistemas.

Los equipos que se utilizarán serán unidades de aire acondicionado tipo mini-split pared y piso-techo, con un voltaje 208-230/60Hz, por razones de disponibilidad de equipos y costos del mismo.

Los equipos seleccionados deben de usar refrigerante ecológico R-410 certificados bajo normas ANHRI, por lo que este es amigable con el medio ambiente, preservando la protección ambiental.

8.1 Análisis psicométrico del sistema

Para iniciar con el análisis psicométrico empezaremos por definir la curva del serpentín que será de mucha utilidad en la selección de equipos, pero antes es necesario determinar la línea del factor de calor sensible:

8.1.1 Relación de calor sensible.

A la relación RSHG/RTHG se le llama relación de calor sensible del recinto, RSHR. (También se le llama factor de calor sensible del recinto, RSHF) Esto es, (Pita E. G., 1994, pág. 201)

$$RSHR = \frac{RSHG}{RTHG}$$

8.1.2 RSHR o línea de Condiciones.

Se define a la línea RSH a la que se traza a través de las condiciones del recinto y que tiene la pendiente de la relación de calor sensible RSHG-RTHG. En la mayor parte de las cartas psicométricas se muestra una escala para pendientes de relación de calor sensible, con el fin de facilitar el trazado de líneas con esa pendiente.

Determinado el factor de calor sensible se tiene:

$$RSHR = \frac{34754.29 \frac{BTU}{h}}{41,638.75 \frac{BTU}{h}}$$

$$RSHR = 0.83$$

8.1.3 Análisis psicométrico completo del diseño.

Para realizar el análisis psicométrico completo del proyecto se debe de recurrir los siguientes datos, que ya fueron calculados con anterioridad:

Condiciones de Diseño Exterior:

$$BS = 100.04 \text{ °F } (37.8 \text{ °C})$$

$$RSHG = 34754.29 \frac{BTU}{h}$$

$$RLHG = 6,884.46 \frac{BTU}{h}$$

Condiciones de Diseño Interior:

$$BS = 75 \text{ °F } (23.8 \text{ °C})$$

$$CFM_{infiltración} = 52.87 \frac{ft^3}{min} \approx 1.4971 \frac{m^3}{min}$$

$$Factor \text{ de Calor Sensible} = 0.83$$

Factores de conversión:

$$1 \frac{Btu}{h} = 0.2519 \frac{kCal}{h}$$

$$1 m^3 = 35.3146 ft^3$$

$$1 \frac{BTU}{lbm} = 2.326$$

Paso 1

Se determina el factor de desvío (FD) o bien llamado factor de bypass, para lo cual se hace el empleo de la **Tabla 13.29 – Factores de desvío (FD) típicos para diferentes aplicaciones** (Tomada de Valycontrol, pág. 200)

FACTOR DE DESVIO DEL SERPENTIN	TIPO DE APLICACION	EJEMPLO
0.03 a 0.50	Una carga total pequeña o una carga que es algo más grande con un factor de calor sensible bajo (alta carga latente).	Residencial.
0.20 a 0.30	Típica aplicación de confort con una carga total relativamente pequeña o un bajo factor de calor sensible con una carga algo más grande.	Residencial, tiendas pequeñas y fábricas.
0.10 a 0.20	Típica aplicación de confort.	Tiendas departamentales, bancos y fábricas.
0.05 a 0.10	Aplicaciones con altas cargas internas sensibles o que requieren una gran cantidad de aire exterior para ventilación.	Tiendas departamentales, restaurantes y fábricas.
0.00 a 0.10	Todas las aplicaciones de aire exterior.	Sala de operaciones de un hospital y fábricas.

Se escoge la segunda opción porque es el tipo de aplicación para este proyecto debido a que el factor de calor sensible es un poco elevado y la carga total es relativamente baja, para lo cual se toma un valor factor de desvío promedio entre ese rango, es decir:

$$\text{Factor de Desvío} = 0.25$$

Paso 2

Se tiene que determinar la T_{pra} = Temperatura del punto de rocío del aparato, que será la temperatura teórica a la que debería salir el aire del serpentín, para ello debe hacerse lo siguiente:

- A) Se grafican los puntos **1** (CDEx) y **2**(CDInt) en la carta psicométrica quienes serán las condiciones de diseño interior y exterior.
- B) Empleando la escala de factor de calor sensible que se encuentra en la parte derecha de la carta psicométrica, localizamos el FCS calculado de **0.83** y se traza una paralela que intercepte con el punto 2, es decir que la paralela se intercepte con el punto generado a partir la condición de diseño interior a la que se deberá mantener el local.
- C) Una vez interceptada esta línea se prolonga hasta la curva de saturación de la carta psicométrica, en el punto de intercepción con la línea de saturación se tendrá el valor de la $T_{pra} = 10.6^{\circ}\text{C}$.

La temperatura de punto de rocío se determina de las condiciones dentro del espacio y el FCSE.

Paso 3

Se procede a clasificar las cargas sensibles generadas tanto en el interior como las del exterior del local. (*Revisar Hoja de cálculos de cargas residenciales de enfriamiento Habitaciones 1-4 en anexos*)

Calor sensible del interior

$$Q_{s\text{del interior}} = 2,244.4 + 314.26 + 3,048.03 + 1,456.25 + 3,316.42$$

$$Q_{s\text{del interior}} = 10,379.36 \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \approx 2,614.56 \frac{\text{kCal}}{\text{h}}$$

Calor sensible del Exterior

$$Q_{s\text{del exterior}} = 14,840.42 + 3,169.16 + 3,243.21$$

$$Q_{s\text{del exterior}} = 21,252.79 \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \approx 5,353.58 \frac{\text{kCal}}{\text{h}}$$

Paso 4

Se determina el calor sensible efectivo del cuarto (CSEC), que es la suma del calor sensible del mismo (CSC), más el calor sensible del aire exterior (CSAE), la cual se considera que es desviada inalterada a través del equipo acondicionador.

El CSEC viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{CSEC} = \text{CSC} * \text{FD}(\text{CSAE})$$

Donde el CSC es el mismo valor de $Q_{s\text{del interior}}$, solo se utiliza esa nomenclatura a un mejor entendimiento con la abreviatura.

➤ Calculando el calor sensible efectivo del cuarto:

$$CSEC = 10,379.36 \frac{BTU}{h} * 0.83(21,252.79 \frac{BTU}{h})$$

$$CSEC = 28,019.18 \frac{BTU}{h} \approx 7,058.03 \frac{kCal}{h}$$

Paso 5

Se determina el flujo de aire deshumidificado, se puede determinar la cantidad de aire requerido de una manera simple, empleando la siguiente fórmula:

$$\frac{m^3}{min} = \frac{CSEC}{16.75 * (t_c - t_{pra}) * (1 - FD)}$$

Dónde:

t_c = Temperatura del cuarto, es decir es la temperatura de bulbo seco a condición de diseño interior

La cantidad de aire calculada con esta fórmula, es aire deshumidificado, y compensa las cargas latente y sensible del cuarto. También maneja las cargas totales latente y sensible, para las cuales está diseñado el equipo, incluyendo las cargas suplementarias y las del aire exterior.

Sustituyendo valores:

$$\frac{m^3}{min} = \frac{7,058.03 \frac{kCal}{h}}{16.75 * (23.9^\circ C - 10.8^\circ C) * (1 - 0.25)}$$

$$\frac{m^3}{min} = 42.89 \frac{m^3}{min}$$

Convirtiendo el flujo de aire deshumidificado a CFM se tiene un valor de:

$$CFM = 1,514.64 \frac{ft^3}{min}$$

Esta cantidad CFM son los totales que toma la unidad evaporadora del aire interior del recinto que está recirculando.

Paso 6

Se procede a determinar la temperatura de Bulbo seco del aire, a la entrada del evaporador (t_{ae}) :

$$t_{ae} = \frac{\left(\frac{m^3}{min} * t_1\right)_{ext} - \left(\frac{m^3}{min} * t_c\right)_{retorno}}{\left(\frac{m^3}{min}\right)_{abastecimiento}}$$

En donde:

t_1 = Temperatura de Bulbo Seco en condiciones de diseño exterior.

t_c = Temperatura del cuarto, es decir es la temperatura de bulbo seco a condición de diseño interior

Sustituyendo valores:

$$t_{ae} = \frac{\left(41.39 \frac{m^3}{min} * 23.9 ^\circ C\right) - \left(1.4971 \frac{m^3}{min} * 37.8 ^\circ C\right)}{42.89 \frac{m^3}{min}}$$

$$t_{ae} = 21.75 ^\circ C \approx 71.14 ^\circ F$$

Esta temperatura se grafica de tal manera que intercepte con la pendiente obtenida de las condiciones de diseño interior y exterior, generándose el punto **3** en la gráfica, como es de observarse la temperatura de entrada al serpentín es mayor que la condición a que se va a mantener el local.

NOTA: La cantidad de metros cúbicos por minutos del aire de retorno resulta de resta del flujo de aire por infiltración menos el flujo de aire deshumidificado.

Paso 7

Se procede a determinar la temperatura de Bulbo seco del aire, a la salida del evaporador (t_{as}) :

$$t_{as} = t_{pra} * +FD(t_{ae} - t_{pra})$$

Sustituyendo valores:

$$t_{as} = 10.8 ^\circ C * +0.25(21.75 ^\circ C - 10.8 ^\circ C)$$

$$t_{as} = 13.54 ^\circ C \approx 56.37 ^\circ F$$

Esta temperatura se intercepta con la línea de calor sensible generando el punto 4, que representa el aire de salida del evaporador, como se aprecia la temperatura de salida del evaporador debe de ser menor que la de diseño interior del local, esto a fin que se logre el confort requerido del local.

Paso 8

Una vez obtenido el punto **3** y **4** quienes representan la línea del serpentín, se procede a determinar las entalpías de los estados **3** y **4**, antes mencionados haciendo uso del gráfico psicométrico:

$$h_3 = 50 \frac{kJ}{kg} \approx 21.4961 \frac{BTU}{lbm}$$

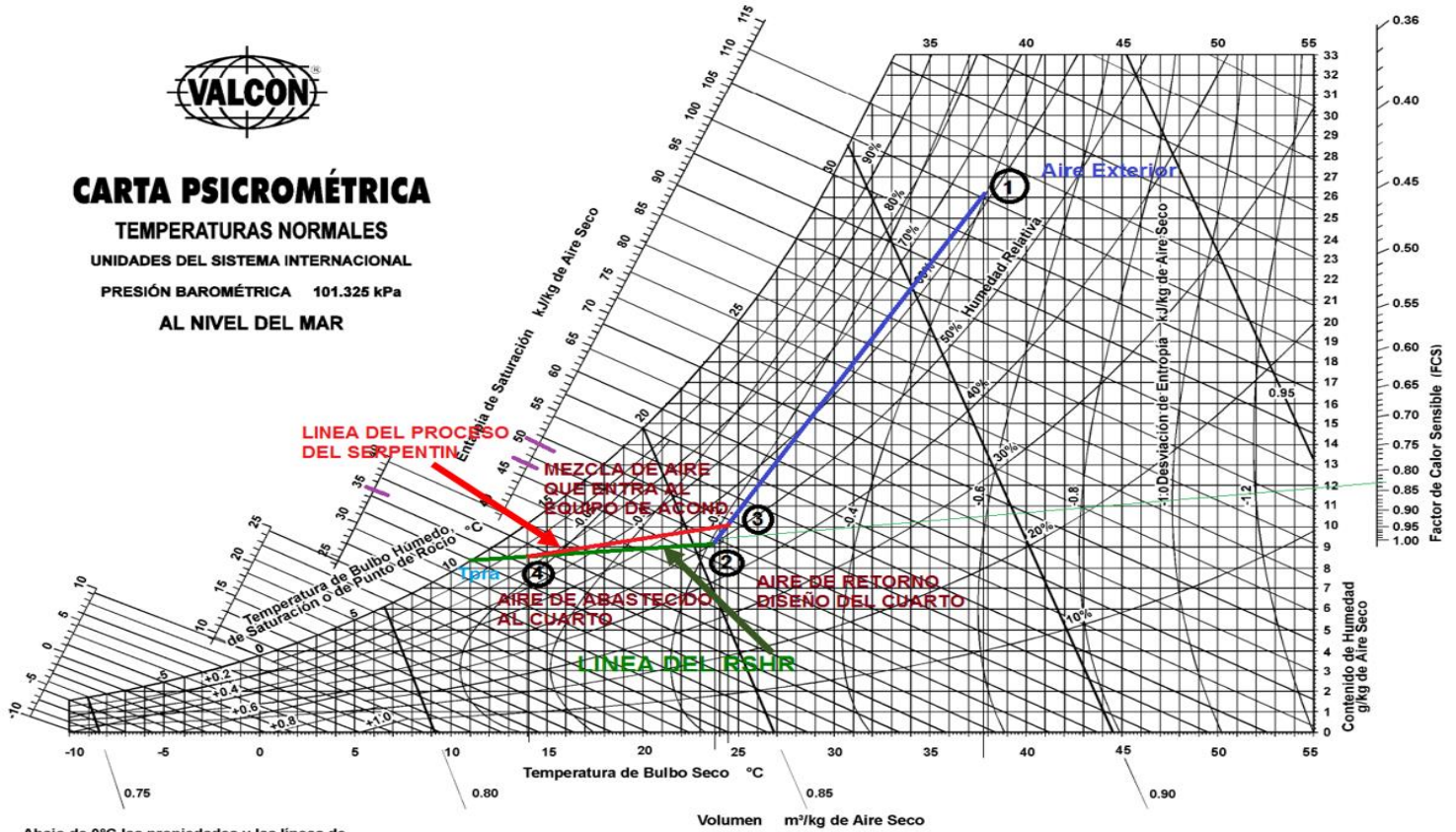
$$h_4 = 35 \frac{kJ}{kg} \approx 15.05 \frac{BTU}{lbm}$$

Paso 9

Con todos los parámetros calculados y descritos en los pasos anteriores se procede a la construcción de la línea del serpentín, haciendo uso del diagrama psicométrico, en el plasman las condiciones de diseño interior y exterior, la entrada y salida del aire en el serpentín, la línea del factor sensible y así como también la condición de mezcla de aire.



CARTA PSICROMÉTRICA
TEMPERATURAS NORMALES
UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL
PRESIÓN BAROMÉTRICA 101.325 kPa
AL NIVEL DEL MAR



Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la entalpía son para el hielo

Paso 10

Finalmente se determina la capacidad del serpentín, con el fin de seleccionar un equipó que sea capaz de neutralizar la carga calculada, la fórmula empleada para el cálculo de la capacidad del serpentín es la siguiente:

$$Q_T = 4.5 * CFM * (h_4 - h_3)$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$Q_T = 4.5 * 1,514.64 \frac{ft^3}{min} * (21.4961 \frac{BTU}{lbm} - 15.05 \frac{BTU}{lbm})$$

$$Q_T = 43,935.84 \frac{Btu}{h} \approx 3.66 \text{ Toneladas de Refrigeración}$$

Esta va a ser la capacidad requerida del serpentín a partir de este cálculo se determina la selección del equipó. Por último, se comparan los valores obtenidos de capacidad del serpentín, con los calculados anteriormente, donde la capacidad en toneladas de refrigeración era de **3.47 TR**, de tal manera puede verificarse que son relativamente igual, por lo que se deduce que el cálculo es correcto y satisfactorio.

Según “Eduard G. Pita” si tuviéramos que suponer todavía otras relaciones del suministro de aire, y calculáramos las condiciones necesarias de aire de suministro, encontraríamos que todas quedarían en esta misma línea. Esto no es coincidencia.

Cualquier condición del suministro de aire que elimine en forma satisfactoria la cantidad adecuada de ganancias de calor sensible y latente del recinto, quedará sobre la línea del factor de calor sensible y, además, cualquier condición de aire de suministro que no quede sobre esta línea no será adecuada.

Como puede apreciar con la condición de suministro de aire calculada, se cumple con este criterio estipulado debido a que estas se encuentran localizadas sobre la línea de calor sensible que es la línea de color verde en el gráfico que intercepta a la línea de factor sensible específicamente en el punto (4), por tanto, se aduce que las condiciones de suministros de aire son las adecuadas.

8.2 Consumo energético del equipo seleccionado

En conformidad con los cálculos realizados en el diseño se tiene como resultado la selección de los equipos de A/A con las capacidades siguientes: 36,000, 12,000 y 9000 BTU.

Habitaciones	Cantidad de Unidades	Capacidad a instalar (BTU/h)
1-4	4	12000
5-8	4	9000
9-13	5	18000
14-16	3	12000
17-19	3	9000
20-24	5	18000
25-28	4	12000
29-32	4	9000
Sala de Usos Múltiples	1	36000
Sala de Estudios	1	36000
Total	34	483,000

Las ecuaciones de cálculo para el consumo de energía en KW de las unidades instaladas son las siguientes:

$$EER = \frac{\text{Capacidad del equipo}}{kW_e}$$

$$kW_e = \frac{\text{Capacidad del equipo}}{(SEER)(0.9)}$$

$$SEER = \frac{EER}{(0.9)}$$

La ecuación para determinar el costo de la energía es la siguiente:

$$\text{Consumo de Energía} = kW_e * \left(\frac{\text{Horas}}{\text{dias}} \right) \left(\frac{\text{dias}}{\text{mes}} \right)$$

Se asume 8 horas/día de uso, por un periodo de 30 días/mes, en KWh/mes.

Para determinar el costo por consumo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por consumo} = \left(\frac{kWh}{\text{mes}} \right) (\text{costo por kWh})$$

El costo por kWh se obtiene de la tabla del INE, para lo cual se ha tomado una clasificación de media tensión (voltaje primario en 13.8 y 24.9 Kv), con código **T-D-5**, bajo tarifa de binomia con medición horaria estacional (invierno punta), que es la contratada por el recinto Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería. (Ver tabla adjunto en anexos Pág.).

Determinando los kilowatts de energía:

$$kW_e = \frac{12000 \text{ BTU}/h}{(16)(0.9)}$$

$$kW_e = 833.33 \text{ Watt}$$

$$kW_e = 833.33 \text{ Watt} * \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ Watt}}$$

$$kW_e = 0.8333 \text{ kW}$$

Calculando el índice de Eficiencia Energética:

$$EER = \frac{12,000 \text{ BTU}/h}{740.74 \text{ watt}}$$

$$EER = 14.4$$

Recalculando el índice estacional de eficiencia energética:

$$SEER = \frac{14.4}{(0.9)}$$

$$SEER = 16$$

8.2.1 Factor de Utilización.

El factor de utilización de un sistema de distribución es la relación entre demanda máxima y la carga total conectada. El factor de utilización es adimensional, por tanto, la demanda máxima y la carga total conectada se deberán expresar en las mismas unidades. Se puede decir entonces que mientras el factor de demanda expresa el porcentaje de potencia instalada que está siendo alimentada, el de utilización establece qué porcentaje de la capacidad del sistema de distribución está siendo utilizando durante el pico de carga.

Al consumo de energía se le deberá agregar este factor de utilización, se estima un factor de uso del equipo de 67% ya que son equipos de refrigeración que tienen pausas en su operación normal para mantener la temperatura programada

➤ Determinando el consumo de energía mensual:

$$\text{Consumo de Energía} = 0.8333 \text{ kW} * \left(\frac{8 \text{ Horas}}{\text{dia}}\right) \left(\frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}}\right) * (\text{factor de utilización})$$

$$\text{Consumo de Energía} = 0.833 \text{ kW} * \left(\frac{8 \text{ Horas}}{\text{dia}}\right) \left(\frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}}\right) (0.67)$$

$$\text{Consumo de Energía} = 133.99 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

Determinando el costo por consumo:

$$\text{Costo por consumo} = \left(133.99 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}\right) \left(7.3704 \frac{\text{C\$}}{\text{kWh}}\right)$$

$$\text{Costo por consumo} = 987.56 \frac{\text{C\$}}{\text{mes}}$$

Determinando el costo por demanda de potencia:

$$\text{Costo por demanda} = (\text{kW}_e) * (\text{Carga por potencia})$$

El cargo por potencia viene dado en la tabla de pliego tarifario proporcionadas por INE. (Revisar tabla en anexos)

$$\text{Costo por demanda}_{\text{de potencia}} = 0.8333 \text{ kW} \left(498.2359 \frac{\text{C\$}}{\text{kW}}\right)$$

$$\text{Costo por demanda}_{\text{de potencia}} = \text{C\$}415.18$$

De igual manera se calcula para el resto de los equipos con capacidad de 3600 y 9000 Btu, en la siguiente tabla se resultados por **una sola unidad**:

Capacidades de los equipos	SEER	kWe	Cantidad de h/ mes	Factor de Utilización	kWh/mes	kwh/año	Cargo por Energía C\$/kWh	Cargo por Potencia C\$/kW	Costo por consumo C\$/mes	Costo por Demanda C\$/mes	Costos Totales C\$/mes
36000	16	2.5	240	0.67	402.00	4824.00	7.37	498.24	2962.90	1245.59	C\$ 4,208.49
18000	16	1.25	240	0.67	201.00	2412.00	7.37	498.24	1481.45	622.80	C\$ 2,104.25
12000	18	0.83	240	0.67	134.00	1608.00	7.37	498.24	1402.83	415.20	C\$ 1402.83
9000	16	0.625	240	0.67	100.50	1206.00	7.37	498.24	740.73	311.40	C\$ 1,052.12

El costo total del consumo energético es el resultado del multiplicar el costo total de energía por mes, por la cantidad de equipos de aire acondicionado que se instalaran dentro del local, como se muestra a continuación:

Capacidades de los equipos	Cantidad de equipos	Consumo de la Energía C\$/mes	Demanda de Potencia Energética C\$/mes	Costo Total de la Energía en C\$/mes
36000	2	5925.80	1245.59	C\$ 7,171.39
18000	10	14814.50	3114.00	C\$ 17,928.50
12000	11	10863.97	2283.58	C\$ 13,147.55
9000	11	8147.98	1712.69	C\$ 9,860.66
TOTAL				C\$ 46,647.27

Se multiplica la demanda por 50% como factor de uso, debido se asume que son equipos inverter, lo que se espera que no se enciendan todos a la vez, por lo que la demanda no será la total, es decir, no todos los equipos estarán funcionando al mismo tiempo, habrá variación de consumo que repercute en el factor de demanda.

8.3 análisis técnico - económico del proyecto

El cálculo efectuado anteriormente se realizó en base a un equipo con un índice de eficiencia SEER 16, a continuación, se procederá a recalcular nuevamente los costos energéticos de un equipo con un SEER distinto al calculado, para lo cual se hace el uso de proformas de cotizaciones donde se reflejan distintas eficiencias disponibles de los equipos la cual fue realizada en varias empresas del país, entre ellas FOGUEL, AIRTEC, ACSA, SINSA. (Ver proformas de cotización en anexos)

Este análisis se hace con el objeto de poner a minimizar los costos energéticos y tener un mejor rendimiento de los equipos. Recalculando para un equipo de 12000 BTU con SEER 23:

Determinando los kilowatts de energía:

$$kW_e = \frac{12000 \text{ BTU/h}}{(23)(0.9)}$$

$$kW_e = 579.71 \text{ Watt}$$

$$kW_e = 579.7 \text{ Watt} * \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ Watt}}$$

$$kW_e = 0.5797 \text{ kW}$$

Calculando el índice de Eficiencia Energética:

$$EER = \frac{12,000 \text{ BTU/h}}{579.7 \text{ watt}}$$

$$EER = 20.7$$

Recalculando el índice estacional de eficiencia energética:

$$SEER = \frac{20.7}{(0.9)}$$

$$SEER = 23$$

➤ Determinando el consumo de energía mensual:

$$\text{Consumo de Energía} = 0.5797 \text{ kW} * \left(\frac{8 \text{ h}}{\text{dia}}\right) \left(\frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}}\right) * (\text{factor de utilización})$$

$$\text{Consumo de Energía} = 0.5797 \text{ kW} * \left(\frac{8 \text{ h}}{\text{dia}}\right) \left(\frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}}\right) (0.67)$$

$$\text{Consumo de Energía} = 93.21 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

Determinando el costo por consumo:

$$\text{Costo por consumo} = \left(93.21 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}\right) \left(7.3704 \frac{\text{C\$}}{\text{kWh}}\right)$$

$$\text{Costo por consumo} = 687.03 \frac{\text{C\$}}{\text{mes}}$$

Determinando el costo por demanda de potencia:

$$\text{Costo por demanda} = (kW_e) * (\text{Cargo por potencia})$$

El cargo por potencia viene dado en la tabla de pliego tarifario proporcionadas por INE. (Revisar tabla en anexos)

$$\text{Costo por demanda}_{\text{de potencia}} = 0.5797 \text{ kW} \left(498.2359 \frac{\text{C\$}}{\text{kW}}\right)$$

$$\text{Costo por demanda}_{\text{de potencia}} = 288.83 \text{ C\$}$$

De igual manera se calcula para el resto de los equipos con capacidad de 3600 y 9000 Btu, en la siguiente tabla se resultados por **una sola unidad**:

Capacidades de los equipos	SEER	kWe	Cantidad de h/mes	Factor de Utilización	kWh/mes	kwh/año	Cargo por Energía C\$/kWh	Cargo por Potencia C\$/kW	Costo por consumo C\$/mes	Costo por Demanda C\$/mes	Costos Totales C\$/mes
36000	18	2.22	240	0.67	357.33	4288.00	7.37	498.24	2633.69	1107.19	3740.88
18000	18	1.11	240	0.67	178.67	2144.00	7.37	498.24	1316.84	553.60	1870.44
12000	23	0.5797	240	0.67	93.22	1118.61	7.37	498.24	687.05	288.83	975.88
9000	18.5	0.54	240	0.67	86.92	1043.03	7.37	498.24	640.63	269.32	909.94

El costo total del consumo energético es el resultado del multiplicar el costo total de energía por mes, por la cantidad de equipos de aire acondicionado que se instalaran dentro del local, como se muestra a continuación:

Capacidades de los equipos	Cantidad de equipos	Consumo de la Energía C\$/mes	Demanda de Potencia Energética C\$/mes	Costo Total de la Energía en C\$/mes
36000	2	5267.38	1107.19	C\$ 6,374.57
18000	10	13168.45	2768.00	C\$ 15,936.45
12000	11	7557.54	1588.58	C\$ 9,146.12
9000	11	7046.90	1481.24	C\$ 8,528.14
TOTAL				C\$ 39,985.28

Se multiplica la demanda por 50% como factor de uso, debido se asume que son equipos inverter, lo que se espera que no se enciendan todos a la vez, por lo que la demanda no será la total, es decir, no todos los equipos estarán funcionando al mismo tiempo, habrá variación de consumo que repercute en el factor de demanda.

Como se puede observar para 1 equipo de 9000 Btu, se tiene que:



→ Con un **SEER 16** el costo total energético por mes es de C\$ **1,050.12**

→ Con un **SEER 18.5** el costo total energético por mes es de C\$ **909.94**

La diferencia mensual por solo un equipo va a ser de **140.18** córdobas mensuales lo que significa una reducción en costos energéticos del 13.32%, si sacamos esa diferencia por forma anual esa diferencia será de **C\$ 1682.16**

Si traducimos este gasto en 10 de años que es la vida útil del equipo, se tiene un ahorro energético de **C\$ 16821.60** equivalentes a **\$ 511.60** a una tasa de cambio de 32.88 córdobas netos por dólar.

Este ahorro económico debe de analizarse para realizar la compra del equipo,

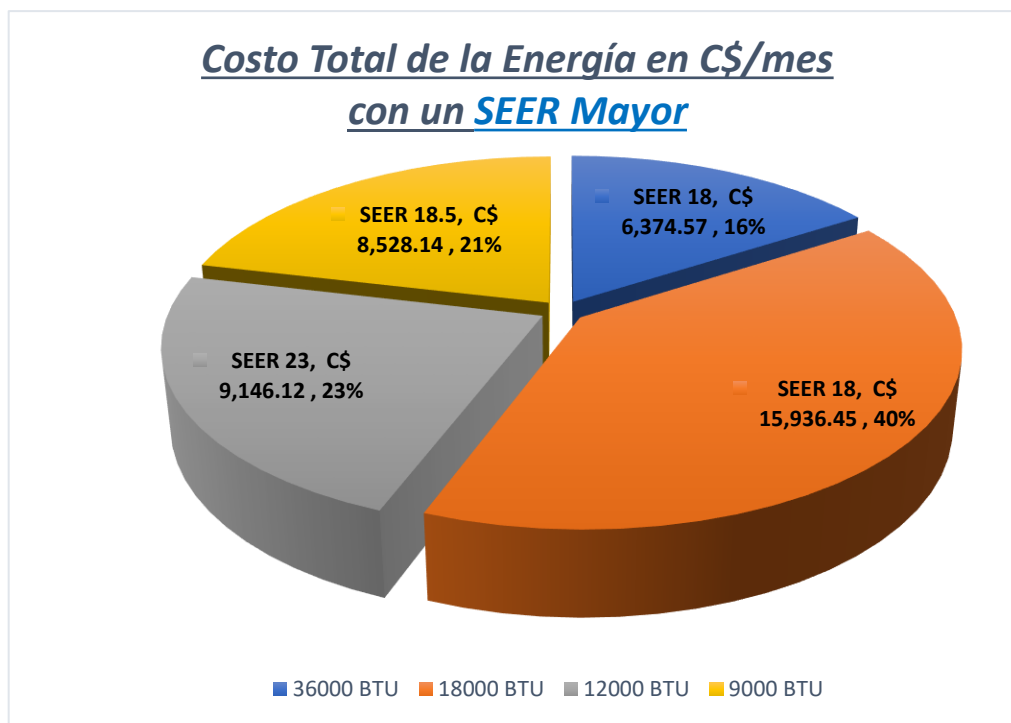
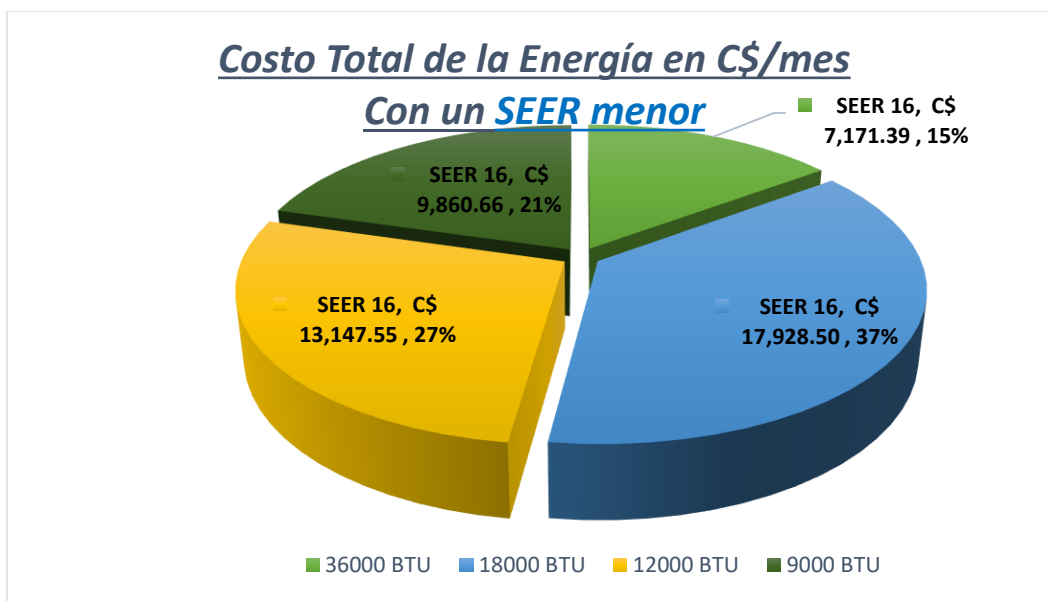
 CLIMATIZAMOS CON ORGULLO				 CLIMATIZAMOS CON ORGULLO			
CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL U\$	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL U\$
1	EVAPORADORA PARED 12.000BTU DAIKIN SEER 18 R410 220V FTKS12SL216 CONDENSADORA PARED 12.000BTU DAIKIN SEER 18 R410 220V RKS12SL216	\$ 588.00	\$ 588.00	1	EVAPORADOR PARED 12K 220V SEER 23 R-410A MCQUAYMQJS-234012 CONDENSADOR PARED 12K 220V SEER 23 R-410A MCQUAY MQJS-234012	\$ 764.09	\$ 764.09
1	INSTALACION DE UNIDAD SPLIT PARED A UNA DISTANCIA MAXIMADE 15 PIES	\$ 130.00	\$ 130.00	1	INSTALACION DE UNIDAD SPLIT PARED A UNA DISTANCIA MAXIMADE 15 PIES	\$ 130.00	\$ 130.00
Observaciones: Para un mejor rendimiento de las unidades se recomienda realizar mantenimiento preventivo tres veces al año y mantenimiento general dos veces al año		Sub-Total	\$ 718.00	Observaciones: Para un mejor rendimiento de las unidades se recomienda realizar mantenimiento preventivo tres veces al año y mantenimiento general dos veces al año		Sub-Total	\$ 894.09
		IVA	\$ 107.70			IVA	\$ 134.11
		Total	\$ 825.70			Total	\$ 1,028.20

comparando las proyecciones en costos por consumo energético y el costo de adquisición del equipo.

De las cotización realizadas a las casas comerciales (ver anexos) se puede apreciar que el costo de adquisición de un equipo de 9000 Btu con índice de eficiencia **SEER 16** es de **\$466.86** comparado con el costo de uno de eficiencia SEER 18.5 que tiene un costo de **\$561.99**, se tiene una diferencia es de **\$95.13**.

Sabiendo esto se deduce que la inversión de esa diferencia de costos de adquisición, es factible en términos económicos producidos de gastos de energía así que por lo anterior resulta más viable adquirir un **SEER 18.5** como índice de eficiencia para el equipo a escoger que un equipo con SEER 16 con las mismas características, debido a que una mayor eficiencia energética compensa satisfactoriamente el ahorro en la factura eléctrica a largo plazo (mayor a 2 años de operación en el caso planteado). Este análisis se puede hacer para todos los equipos con diferentes eficiencias para obtener el punto óptimo entre costos de adquisición y costos operativos.

En el siguiente gráfico de pastel se interpreta como se da el ahorro de energía que se traducirá en términos monetarios:



IX. PLAN DE INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Unidades Tipo "Split" de Pared - R410A **Unidades de 9000 a 24000 60 Hz**

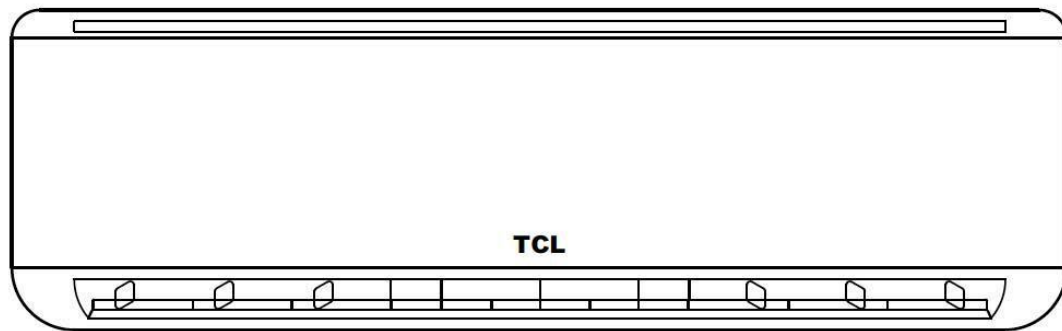
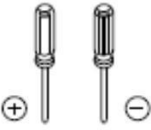






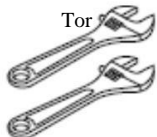







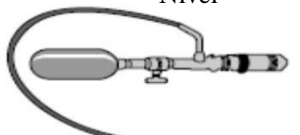



Figura 21. Esquema de equipo de aire acondicionado Split pared Fuente (Manual de instalación TCL)













9.1 Procedimiento de instalación para unidades tipo Split de pared.

9.1.1 Herramientas necesarias

<p>Destornillador</p>  <p>Montaje, Desmontaje</p>	<p>Taladro manual</p>  <p>Instalación interior fijación de la placa</p>	<p>Regla, cuchillo</p>  <p>Regla: Medición de longitud y distancia. Cuchillo: Corte de cinta</p>	<p>Detector de fuga de gas y agua jabonosa</p>  <p>Inspección de fugas</p>	<p>Termómetro</p>  <p>Medición de temperatura en la entrada de succión interior/salida de descarga.</p>	<p>Llave hexagonal (lado grande: 4mm, 5mm)</p>  <p>Válvula de servicio operación</p>
<p>Broca del Taladro (Diámetro 70mm)</p>  <p>Perforar la pared</p>	<p>Llave inglesa (300mm): 2EA</p>  <p>Tor Conexión de tubo interior/exterior</p>	<p>Llave dinamométrica</p>  <p>Conexión de tubo interior/exterior</p>	<p>Medidor de gancho (Para medición de corriente)</p>  <p>Medición de corriente, voltaje, resistencia</p>	<p>Medidor de resistencia de aislamiento</p>  <p>Medición de resistencia de aislamiento (Prevención de descarga eléctrica)</p>	<p>Juego de herramientas para ensanchamiento</p>  <p>Corte de tubos, retirada de rebabas</p>

 <p>Pinza amperimétrica</p>	 <p>Nivel</p>	 <p>Termómetro</p>
	 <p>Antorcha de conducción</p>	 <p>Probador Mega</p>

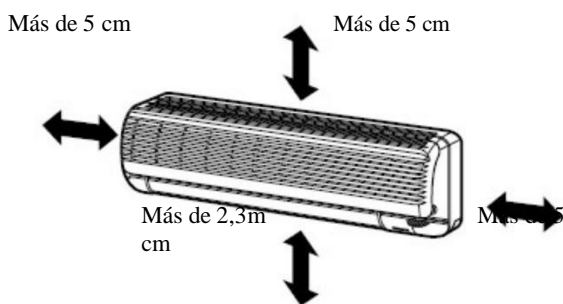
b. Accesorios

<p>Cable de conexión</p>  <p>Conexión de cable interior/exterior</p>	<p>Cubierta de invierno</p>  <p>Protección exterior para temporadas sin uso</p>	<p>Anti-vibrador de caucho</p>  <p>Absorción de vibraciones exteriores</p>	<p>Banda</p>  <p>Acabado de cable y tubo</p>	<p>Adhesivo</p>  <p>Acabado</p>	<p>Manguera de drenaje</p>  <p>Drenaje</p>
<p>Tubo de refrigerante (Para presión alta/baja)</p>  <p>Conexión del circuito refrigerante al</p>	<p>Masilla</p> 	<p>Cinta de vinilo</p>  <p>Acabdo de cable y tubo</p>	<p>Soporte para el mando</p> 	<p>Tornillos</p>  <p>Fijación del mando a distancia</p>	<p>Mando a distancia</p> 

9.1.2. Seleccionar la mejor ubicación

9.1.2.1 Unidad interior

- 1) La unidad deberá estar alejada de cualquier fuente de calor o vapor.
- 2) Elija un lugar sin obstáculos frente a la unidad (ver planos del sitio en anexos).
- 3) Asegúrese de que el drenaje de condensación puede extraerse de forma apropiada.
- 4) No instale la unidad cerca de la entrada de la casa (ver planos en anexos con la ubicación s pernos y evitar dañar innecesariamente la pared.

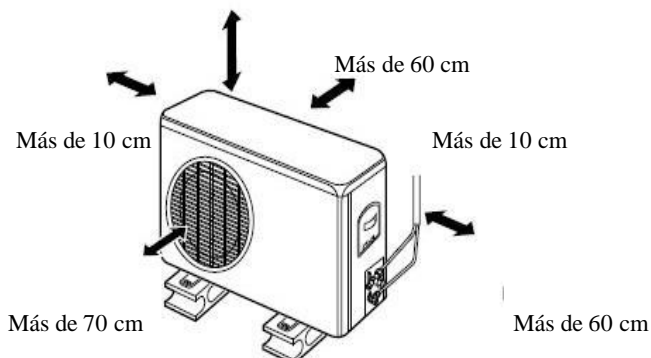


PRECAUCIÓN

Instale la unidad interior en la pared a una altura superior a 2,3 metros.

9.1.2.3 Unidad exterior

- 1) Asegúrese de que el espacio alrededor de la parte trasera y los lados de la unidad es de al menos 10cm . La parte delantera de la unidad deberá tener un espacio de más de 70cm.
- 2) No coloque plantas ni animales en la trayectoria del aire caliente.
- 3) Tenga en cuenta el peso del aire acondicionado y elija un lugar en el que el ruido y la vibración sean mínimos (ver planos en anexos con la ubicación de los equipos).
- 4) Elija un lugar en el que ni el aire caliente ni el ruido causen molestias.



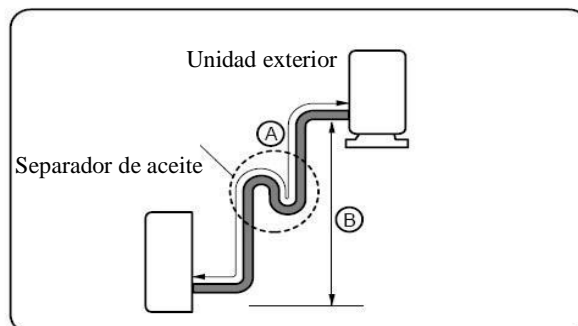
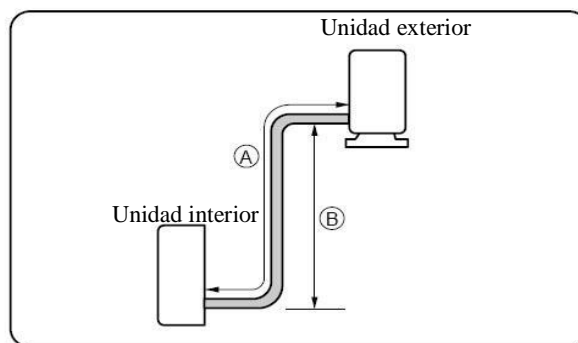
5) Instalación en el tejado:

Si la unidad exterior se instala en la estructura de un tejado, asegúrese de su nivelación. Compruebe que la estructura del tejado y el método de ajuste son adecuados para la ubicación de la unidad (la mayoría de los equipos se instalarán en la superficie, ver planos en anexos).

9.1.2.4. Longitud y elevación de entubado

Capacidad (Btu/h)	Tamaño del tubo		Longitud estándar	Elevación máx.	Longitud máx.	Refrigerante Adicional g/m
	GAS	LÍQUIDO				
9K,12K	3/8"	1/4"	3 a 5	5	10	20
12K inverter	1/2"	1/4"	3.5 a 5	5	10	20
18K	1/2"	1/4"	4.5	5	15	30
24K	5/8"	3/8"	5	5	15	30

* Los tubos de interconexión de gas y líquido deberán estar aislados como un par, pero no es necesario aislarlos individualmente.



PRECAUCIÓN

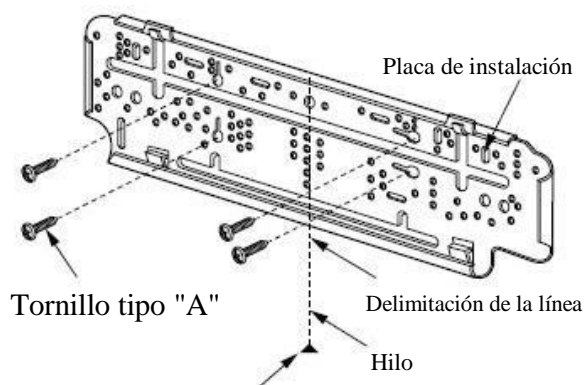
- ⌘ La capacidad se basa en la longitud normal y la longitud máxima permitida es en base a la fiabilidad.
- ⌘ Deberá instalarse un separador de aceite cada 5~7 metros.

9.1.3 Cómo fijar la placa de instalación

La pared elegida debe ser suficientemente resistente y sólida para evitar vibraciones.

9.3.1 Coloque la placa de instalación en la pared con los cuatro tornillos de tipo A. Si instala la unidad en una pared de hormigón, utilice pernos de fijación.

- Coloque la placa de instalación horizontalmente alineando la línea central con un nivel.

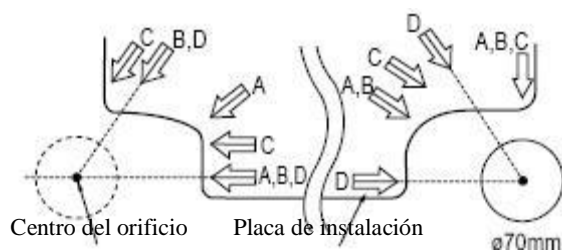


Mida la pared y marque la línea central. Es muy

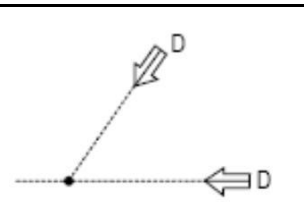
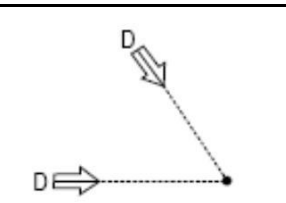
importante prestar atención a la ubicación de la placa de instalación, por lo general, el recorrido del cableado hasta la corriente se realiza a través de la pared o cielo falso. La perforación del agujero en la pared para las conexiones de tubos debe hacerse con cuidado.

Entubado trasero izquierdo

Entubado trasero derecho



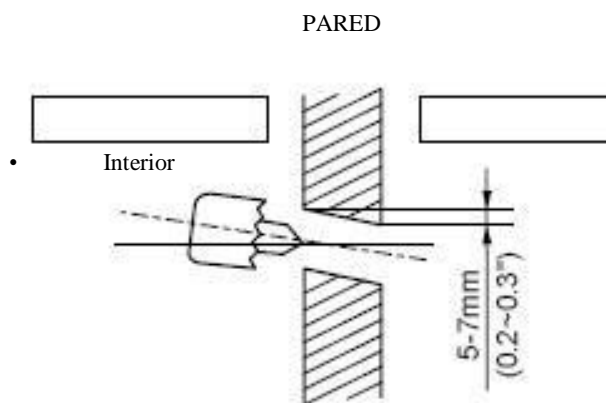
⌘ Para el Posición del centro del orificio

Posición del centro del orificio izquierdo	Posición del centro del orificio derecho
	

9.1.4 Perforación de agujeros en la pared

- 10 Perfore el agujero de los tubos con una broca de 70mm.

Perfore el agujero de los tubos a la derecha o a la izquierda con el orificio ligeramente inclinado hacia el lado exterior.



9.1.5 Tareas de ensanchamiento

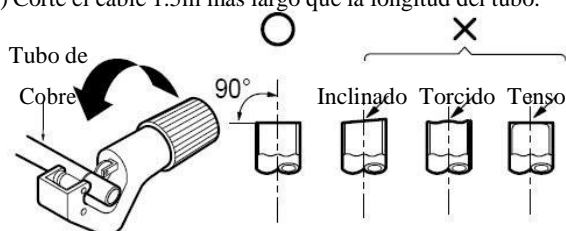
y conexión de tubos

9.1.5.1 Tareas de ensanchamiento

La causa principal de la fuga de gases se debe a un error de las tareas de ensanchamiento. Realice correctamente las tareas de ensanchamiento siguiendo los pasos siguientes.

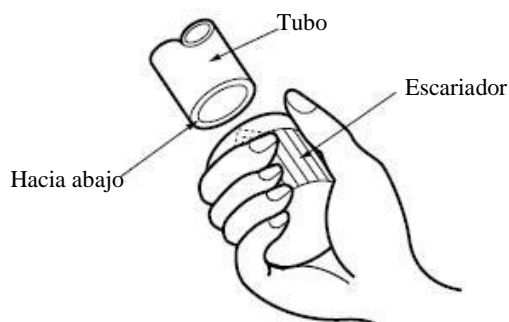
A. Corte los tubos y el cable.

- 1) Utilice el juego de tubos accesorios o los tubos comprados.
- 2) Mida la distancia entre la unidad interior y la exterior.
- 3) Corte los tubos un poco más largos que la distancia medida.
- 4) Corte el cable 1.5m más largo que la longitud del tubo.



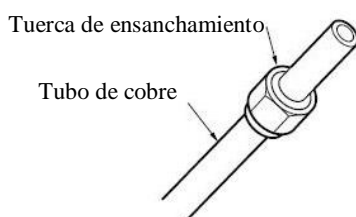
B. Retirada de rebabas

- 1) Retire completamente todas las rebabas de las secciones de corte transversal de los tubos.
- 2) Coloque el extremo del tubo de cobre hacia abajo a medida que retira las rebabas para evitar que estas se caigan dentro de los tubos.



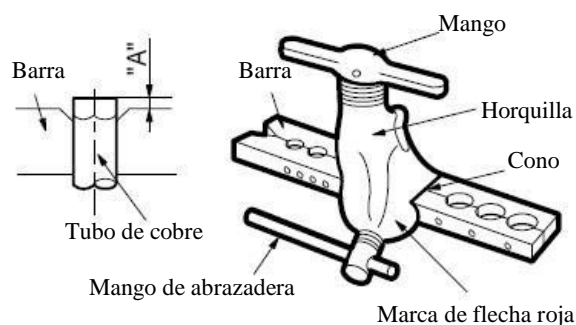
C. Colocación de la tuerca

- Retire las tuercas de ensanchamiento acopladas a la unidad interior y exterior, a continuación, colóquelas en los tubos en que se ha completado la retirada de rebabas (no es posible colocarlas después de las tareas de ensanchamiento)



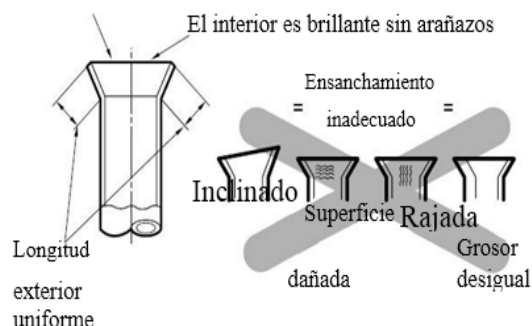
Diámetro externo		A
mm	pulgadas	mm
ø6.35	1/4	1.0~1.3
ø9.52	3/8	0.8~1.0
ø12.7	1/2	0.5~0.8
ø15.88	5/8	0.5~0.8

Sostenga con firmeza el tubo de cobre en la matriz y dimensión mostradas en la tabla anterior.



E. Revisión

- 1) Compare el trabajo de ensanchamiento con la figura siguiente.
- 2) Si detecta que el ensanchamiento es incorrecto, corte la sección ensanchada y realice de nuevo las tareas de ensanchamiento.

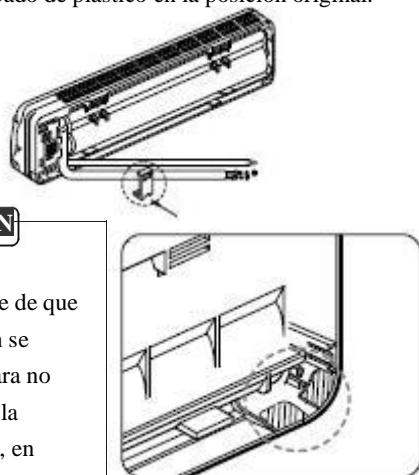


9.1.5.2 Conexión de los tubos - Interior

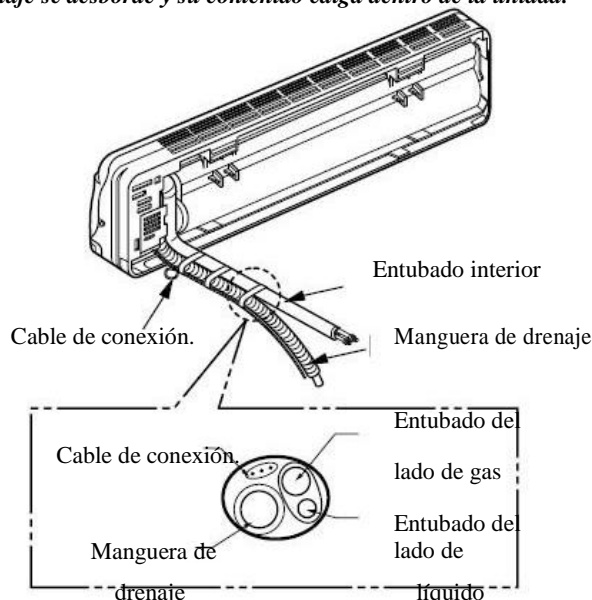
- 1) Preparación del entubado y la manguera de drenaje de la unidad interior para la instalación a través de la pared.
- 2) Retire el retén del tubo de plástico (véase el dibujo siguiente) y saque el entubado y la manguera de drenaje del chasis.
- 3) Reponga el entubado de plástico en la posición original.

PRECAUCIÓN

Cuando realice la instalación, asegúrese de que las piezas que sobren se retiren claramente para no dañar el entubado ni la manguera de drenaje, en particular el cable de alimentación y de conexión.



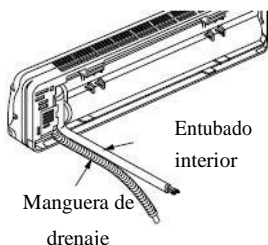
C. Sujete con cinta adhesiva el entubado, la manguera de drenaje y el cable de conexión. Asegúrese de que la manguera de drenaje está colocada en el lado más bajo de la sujeción. Si lo coloca en el lado superior puede hacer que la cubeta de drenaje se desborde y su contenido caiga dentro de la unidad.



NOTA: Si la manguera de drenaje está colocada en dirección al interior de la habitación, aisléla con un material de aislamiento, de modo que el goteo de la condensación no dañe los muebles o el suelo.

Para el entubado trasero derecho

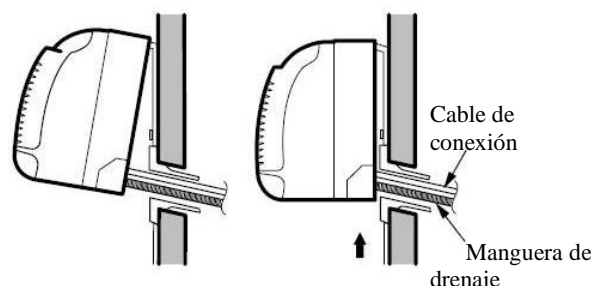
A. Dirija el entubado interior y la manguera de drenaje en dirección a la parte trasera derecha.



B. Introduzca el cable de conexión en la unidad interior desde la unidad exterior a través del orificio del entubado.

- 1) No conecte el cable a la unidad interior.
- 2) Haga una pequeña curva con el cable para facilitar la conexión posterior.
- 3) Cable de conexión.

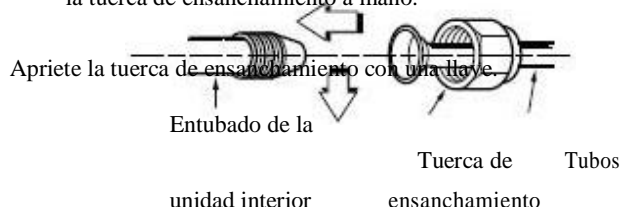
⌘ Enganche la unidad interior a la parte elevada de la placa de instalación (acople los dos enganches de la parte superior trasera de la unidad interior al extremo superior de la placa de instalación). Asegúrese de que los enganches están colocados correctamente en la placa de instalación moviéndola de izquierda a derecha.



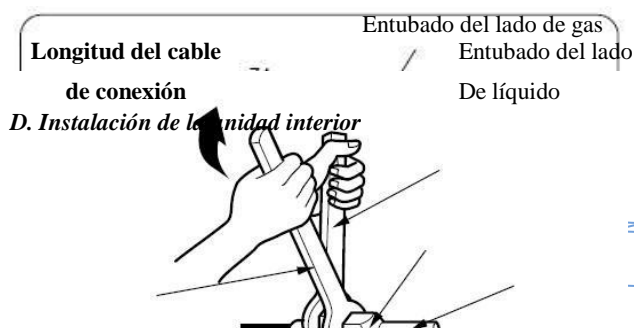
Empuje los lados inferiores izquierdo y derecho de la unidad contra la placa de instalación hasta que los enganches se acoplen a sus ranuras (oír un clic).

E. Conexión de los tubos a la unidad interior y la manguera de drenaje al tubo de drenaje.

⌘ Alinee el centro de los tubos y apriete suficientemente la tuerca de ensanchamiento a mano.



Capacidad (Btu/h)	Modelo de refrigeración	Modelo de Bomba de Calor
7K,9K,12K,18K		
24K		



Llave inglesa (fija)

Tuerca de ensanchamiento

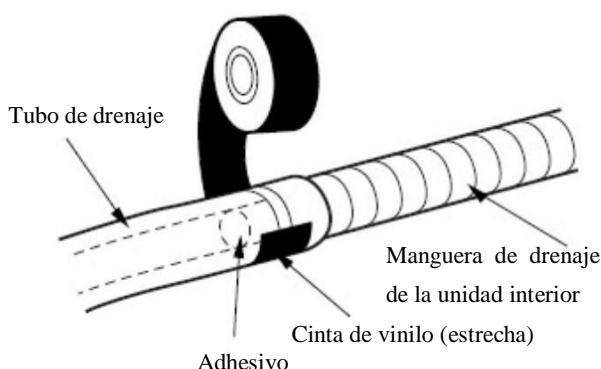
Tubo de conexión

Llave de ajuste

Entubado de la unidad interior

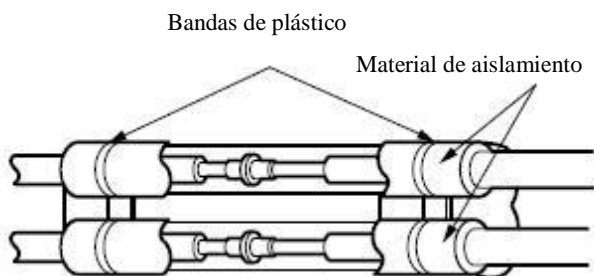
Capacidad (Btu/h)	Tamaño del tubo [Ajuste]	
	GAS	LÍQUIDO
9K,12K	3/8"[4.2kg.m]	1/4"[1.8kg.m]
12K inverter,18K	1/2"[5.5kg.m]	1/4"[1.8kg.m]
24K	5/8"[6.6kg.m]	3/8"[4.2kg.m]

- ⌘ Cuando extienda la manguera de drenaje en la unidad interior, instale el tubo de drenaje.



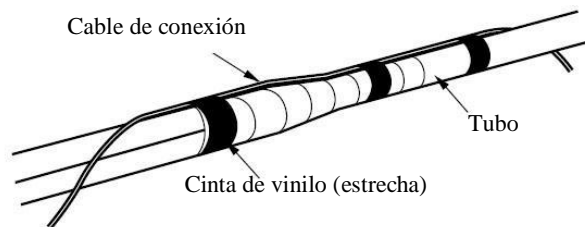
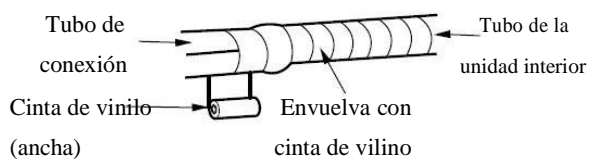
F. Coloque el material aislante envolviendo la parte de conexión.

- ⌘ Superponga el material aislante del tubo de conexión y el material aislante del tubo de la unidad interior. Pliéguelos juntos con cinta de vinilo sin que quede hueco alguno.

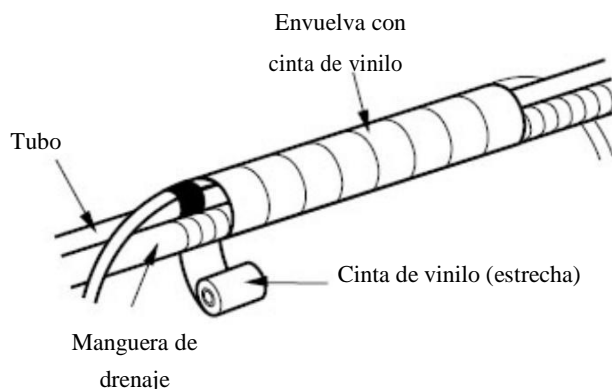


C. Introduzca el cable de conexión en la unidad interior.

Envuelva la zona que contiene la sección de ubicación del entubado trasero con cinta de vinilo.

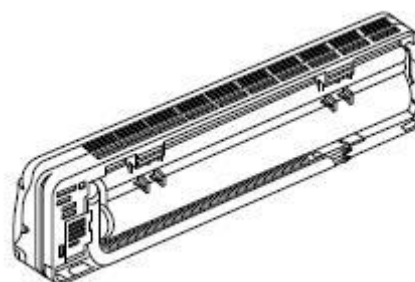


- ⌘ Una los tubos y la manguera de drenaje envolviéndolos con cinta de vinilo en el tramo en el que se ajustan a la sección de la ubicación de tubos trasera.

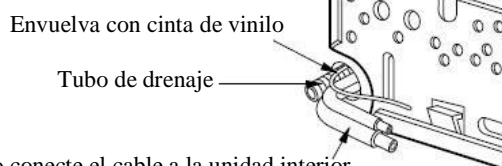


Para entubado trasero izquierdo

A. Dirija el entubado del interior y la manguera de drenaje hacia la posición del orificio de los tubos requerida.



B. Introduzca los tubos, la manguera de drenaje y el cable de conexión en el orificio de los tubos.



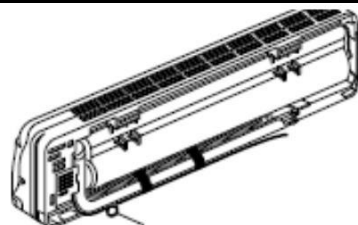
- 1) No conecte el cable a la unidad interior.

- 2) Haga una pequeña curva con el cable para facilitar la conexión posterior.

D. Sujete con cinta adhesiva la manguera de drenaje y el cable de conexión

- Cable de conexión

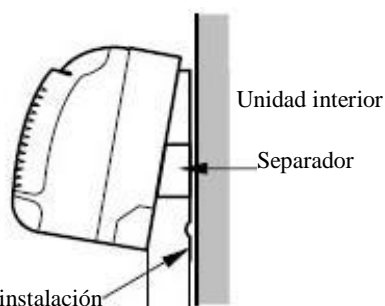
Capacidad (Btu/h)	Modelo de refrigeración	Modelo de Bomba de Calor
7K,9K,12K,18K		
24K		



CINCHO

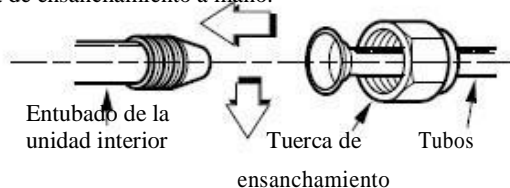
E. Instalación de la unidad interior

- 1) Cuelgue la unidad interior en los enganches situados en la parte superior de la placa de instalación.
- 2) Introduzca el separador, etc. entre la unidad interior y la placa de instalación y separe la parte inferior de la unidad interior de la pared.

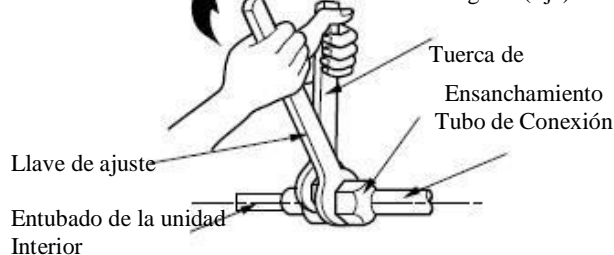


F. Conexión de los tubos a la unidad interior y la manguera de drenaje al tubo de drenaje.

- Alinee el centro de los tubos y apriete suficientemente la tuerca de ensanchamiento a mano.

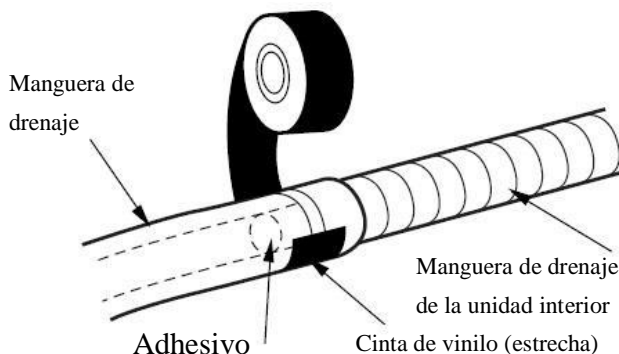


- ⌘ Apriete la tuerca de ensanchamiento con una llave. Llave inglesa (fija)



Capacidad (Btu/h)	Tamaño del tubo [Ajuste]	
	GAS	LÍQUIDO
9K,12K	3/8"[4.2kg.m]	1/4"[1.8kg.m]
12K inverter,18K	1/2"[5.5kg.m]	1/4"[1.8kg.m]
24K	5/8"[6.6kg.m]	3/8"[4.2kg.m]

- ⌘ Cuando extienda la manguera de drenaje de la unidad interior, instale el tubo de drenaje.

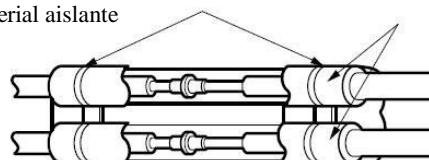


G. Coloque el material aislante envolviendo la parte de conexión.

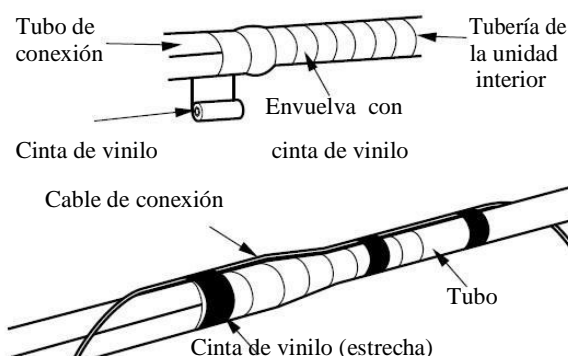
- ⌘ Superponga el aislamiento térmico del tubo de conexión y el material aislador térmico de la unidad interior. Pliéguelos juntos con cinta de vinilo sin que quede hueco alguno.

Bandas de plástico

Material aislante

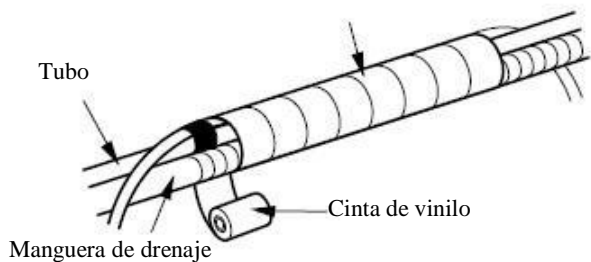


- ⌘ Envuelva la zona que contiene la sección de ubicación del entubado trasero con cinta de vinilo.

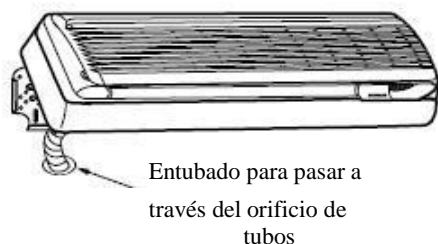


con cinta de vinilo en el tramo en el que se ajustan a la sección de la ubicación trasera de los tubos.

Envolver con cinta de vinilo

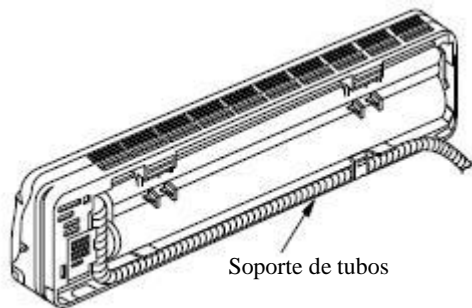


H. Dirija de nuevo los tubos y la manguera de drenaje por la parte trasera del armazón.



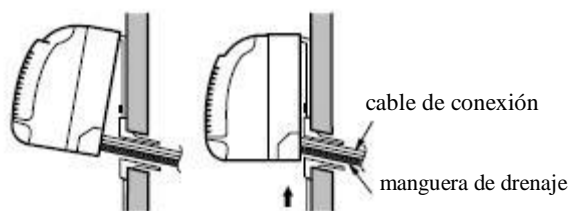
I. Ajuste los tubos y la manguera de drenaje a la parte trasera del armazón con el soporte de los tubos.

⌘ Enganche el extremo del soporte de los tubos en el armazón y empuje la parte inferior del soporte para que se ajuste a la parte inferior del armazón.



J. Instalación de unidad interior

1) Retire el separador.
2) Asegúrese de que los ganchos estén apropiadamente colocados en la bandeja de instalación moviéndolos de izquierda a derecha.

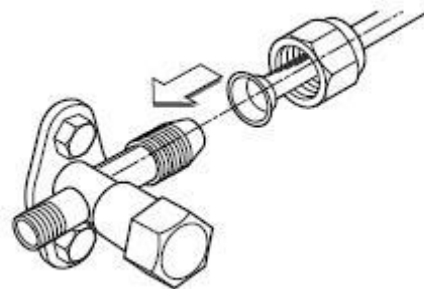


Presione la parte baja de las caras izquierda y derecha de la unidad contra la bandeja de instalación hasta que el gancho esté apretado en su correspondiente ranura (sonará un clic).

Una los tubos y la manguera de drenaje envolviéndolos

9.5.3 Conexión de los tubos - Exterior

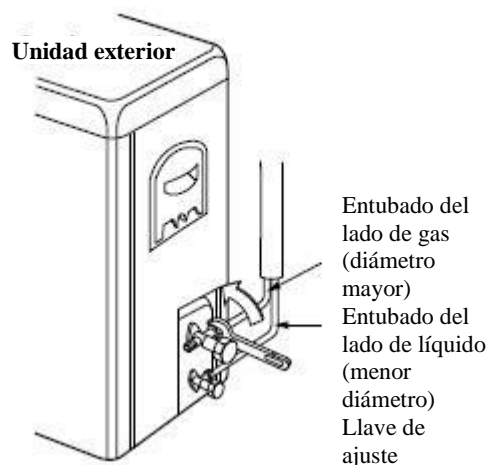
A. Alinee el centro de los tubos y apriete la tuerca de ensanchamiento con la mano



B. Por último, apriete la tuerca de ensanchamiento con una llave de ajuste hasta que la llave haga clic.

⌘ Cuando apriete la tuerca de ensanchamiento con la llave de ajuste, asegúrese de que la dirección de ajuste sigue la flecha de la llave.

Capacidad (Btu/h)	Tamaño del tubo [Ajuste]	
	GAS	LÍQUIDO
9K,12K	3/8"[4.2kg.m]	1/4"[1.8kg.m]
12K inverter,18K	1/2"[5.5kg.m]	1/4"[1.8kg.m]
24K	5/8"[6.6kg.m]	3/8"[4.2kg.m]



2.6 Conectando el cable entre la evaporadora y la condensadora

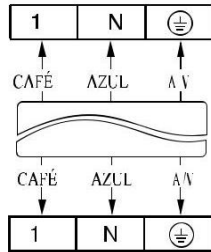
2.6.1 Conecte el cable a la evaporadora.

- Conecte el cable a la evaporadora conectando los cables individualmente a las terminales en la tabla de control de acuerdo a la conexión de la condensadora.

(Asegúrese de que el color de los cables de la condensadora y el número de la terminal sean iguales que en la evaporadora).

• Modelo de enfriamiento 7K~18K

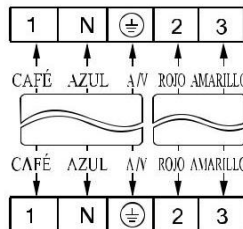
Terminal en la evaporadora



Terminal en la condensadora

• Modelo Bomba de calor 7K~18K

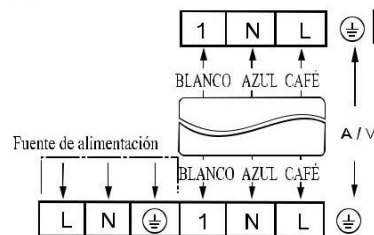
Terminal en la evaporadora



Terminal en la condensadora

• Modelo de enfriamiento 24K

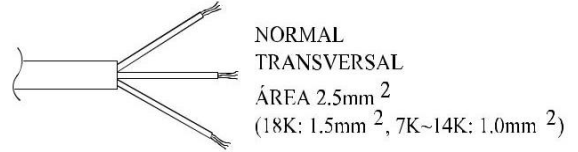
Terminal en la evaporadora



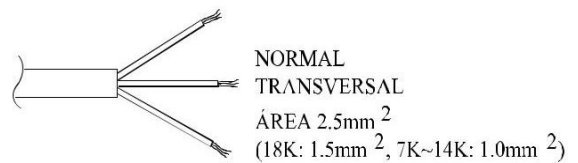
Terminal en la condensadora

PRECAUCIÓN

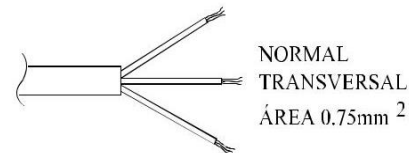
El cable de alimentación conectado a la evaporadora debe cumplir con las siguientes especificaciones (Tipo H05VV-F(Interior), H07RN-F(Exterior) aprobado por HAR o SAA).



Cable de conexión a corriente conectado a la evaporadora y condensadora debe cumplir con las siguientes especificaciones. (Tipo H07RN-F aprobado por HAR o SAA).

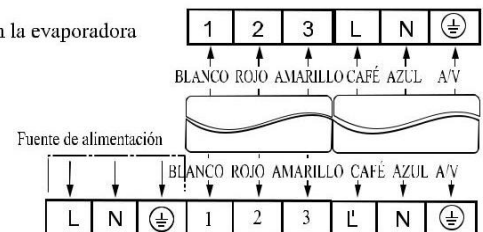


La conexión del cable de alimentación conectada a la evaporadora y a la condensadora deben cumplir con las siguientes especificaciones (Tipo H07RN-F aprobado por HAR o SAA)



Modelo bomba de calor 24K

Terminal en la evaporadora

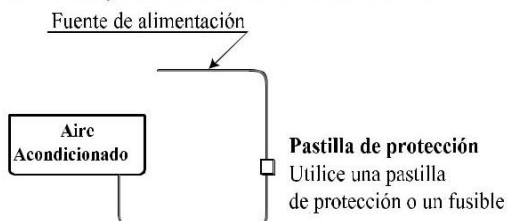


Terminal en la condensadora

PRECAUCIÓN

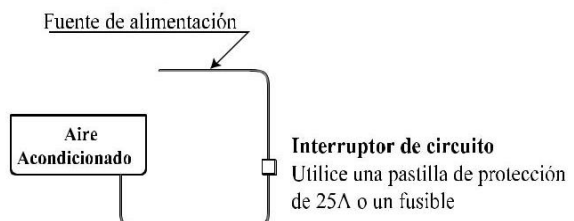
Modelo ~18K

Si el enchufe no se va usar, utilice un interruptor entre la fuente de alimentación y la unidad como se muestra a continuación.



Modelo~24K

Si el enchufe no se va usar, utilice un interruptor entre la fuente de alimentación y la unidad como se muestra a continuación.



9.1.6.2 Conecte el cable a la unidad exterior

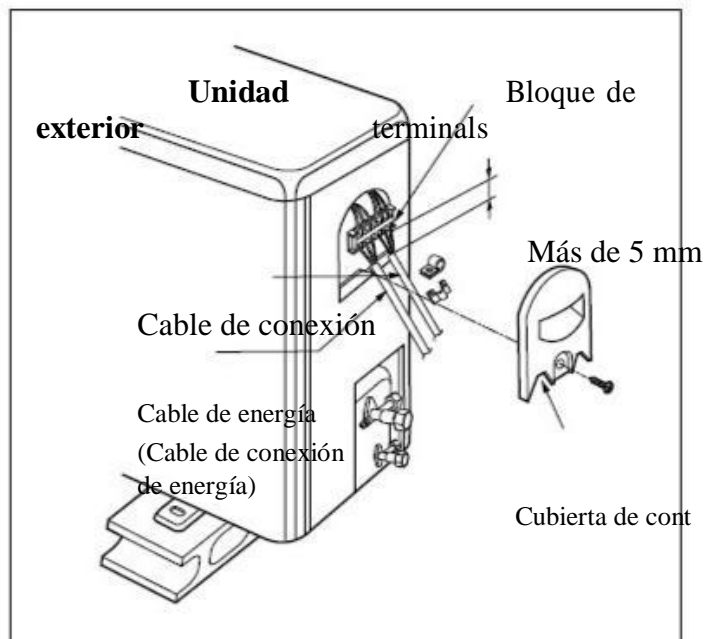
A. Retire la cubierta del control de la unidad aflojando el tornillo. Conecte los cables a los terminales del panel de control de forma

individual.

B. Asegure el cable en el panel de control con la abrazadera de cordón.

C. Refije la cubierta de control a la posición original con el tornillo.

D. Utilice un braker del circuito reconocido 20A(18K), 25A(24K) entre la fuente de alimentación y la unidad. Un dispositivo de desconexión para desconectar adecuadamente todos los cables de alimentación deberá estar instalado.



PRECAUCIÓN

Después de la confirmación de las anteriores condiciones, prepare el cableado de las siguientes maneras:

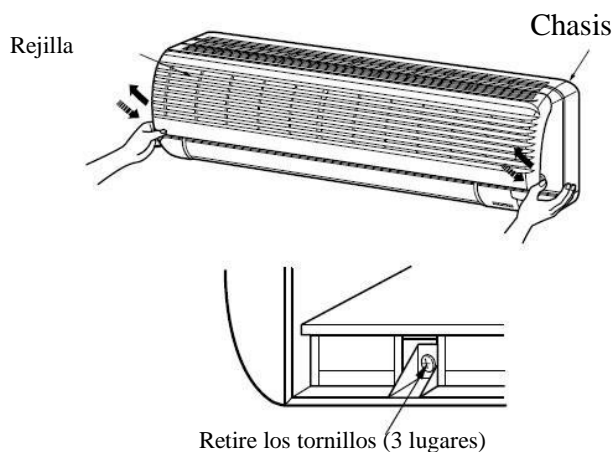
- 1) No olvide tener un circuito de alimentación independiente para el aire acondicionado. En cuanto al método de cableado, guíese por el diagrama de circuito que se encuentra en el interior de la cubierta de control.
- 2) Los tornillos que sujetan los cables en la caja de conexiones eléctricas pueden desprenderse por vibraciones a las que la unidad está sujeta durante el curso del transporte (si están sueltos, podrían causar agotamiento de los cables).
- 3) Especificación de la fuente de alimentación.
- 4) Confirme que la capacidad eléctrica es suficiente.
- 5) Verifique que la tensión de arranque se mantiene más del 90 por ciento de la tensión nominal indicada en la placa.
- 6) Confirme que el grosor del cable está especificado en la especificación de fuente de alimentación especialmente tenga en cuenta la relación entre la longitud y el grosor del cable).
- 7) Siempre instale un breaker del circuito de fuga a tierra en un área mojada o húmeda.
- 8) El siguiente problema sería causado por la bajada del voltaje.
 - Vibración de un interruptor magnético, lo que dañará el punto de contacto, rompiendo el fusible, resultando en una perturbación de la función normal de la sobrecarga.

9.1.7 Comprobación del drenaje y montaje de los tubos

9.1.7.1 Comprobación del drenaje

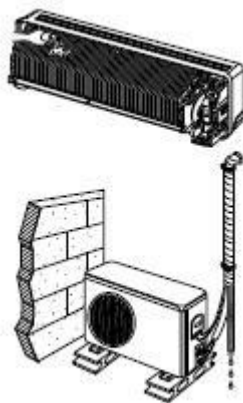
A. Para retirar el panel delantero de la unidad interior, retire el panel delantero de la cabina.

- 1) Ajuste a mano las rejillas para la dirección del aire hacia arriba o hacia abajo en la posición horizontal.
- 2) Retire los 3 tornillos que sostienen el panel delantero. Tire de la parte inferior derecha e izquierda de la rejilla hacia usted y levántela.



B. Para comprobar el drenaje

- 1) Vierta un vaso de agua en el evaporador.
- 2) Compruebe que el agua fluye por la manguera de drenaje de la unidad interior sin que exista ninguna fuga y que llega hasta la salida de drenaje.

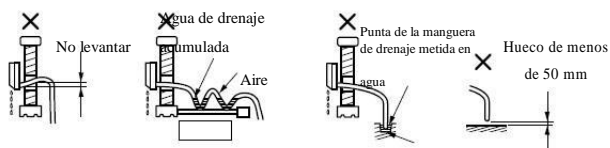


C. Tubos de drenaje

- La manguera de drenaje deberá estar mirando hacia abajo para que el drenaje fluya con mayor facilidad.



- No haga tubos de drenaje.



9.1.7.2 Montaje de los tubos

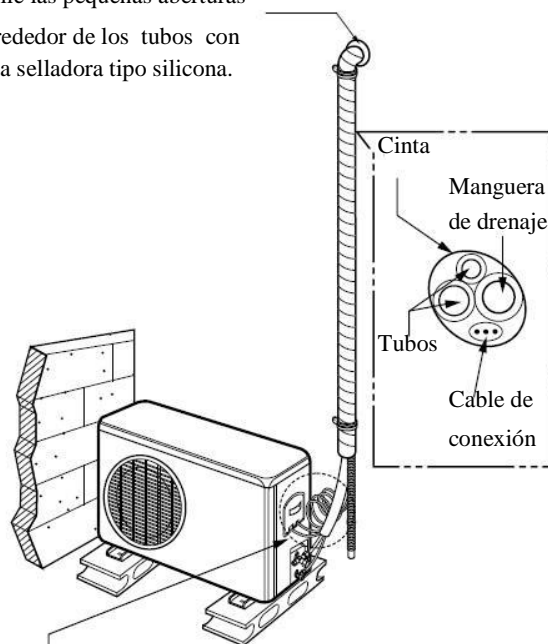
A. Coloque los tubos envolviendo la parte que conecta a la unidad interior con material de aislamiento y asegúrela con dos tipos de cinta de vinilo.

- Si desea conectar una manguera de drenaje más, el extremo de la salida de drenaje deberá estar dirigiendo por encima del suelo. Asegure apropiadamente la manguera de drenaje.

B. Cuando la unidad exterior esté instalada por debajo de la unidad interior, siga los pasos siguientes.

- 1) Envuelva con cinta adhesiva los tubos, la manguera de drenaje y el cable de conexión de abajo a arriba.
- 2) Asegure los tubos envueltos en la pared exterior utilizando una montura o equivalente.

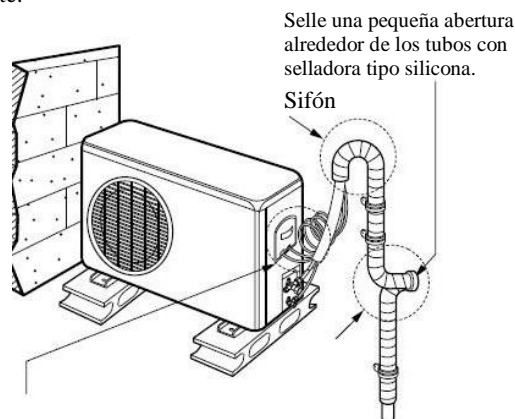
Selle las pequeñas aberturas alrededor de los tubos con una selladora tipo silicona.



El sifón es necesario para evitar que el agua llegue a las piezas eléctricas.

C. Cuando la unidad exterior esté instalada por encima de la unidad interior, siga los pasos siguientes.

- 1) Envuelva con cinta adhesiva los tubos y el cable de conexión de abajo a arriba.
- 2) Asegure los tubos envueltos en la pared exterior. Forme un sifón para evitar que el agua entre en la habitación.
- 3) Ajuste los tubos en la pared utilizando una montura o equivalente.



9.1.8 Purga de aire

9.1.8.1 Purga de aire

Restos de aire y humedad en el sistema de refrigeración pueden tener los siguientes efectos no deseados:

- 1) Aumenta la presión del sistema.
- 2) Aumenta la corriente de funcionamiento.
- 3) Disminuye la eficacia de refrigeración (o calefacción).
- 4) El vapor en el circuito refrigerante puede congelarse y bloquear los tubos capilares.
- 5) El agua puede corroer las piezas del sistema de refrigeración. Por consiguiente, debe comprobarse si existe fuga en los tubos de la unidad interior y la exterior y evacuarlos para retirar los gases incondensables y el vapor del sistema.

9.1.8.2 Purga el aire con bomba de vaciado

A. Preparación

- Compruebe que cada tubo (tanto de líquido como de gas) entre las unidades interior y exterior se encuentra correctamente conectado y que todo el cableado para llevar a cabo la prueba está listo. Retire las tapas de las válvulas de servicio del lado de líquido y el de gas de la unidad exterior. Compruebe que las válvulas de servicio de ambos lados de la unidad exterior están cerradas.

B. Prueba de fuga.

- Conecte la válvula de tubo múltiple (con manómetro) y el cilindro de gas de nitrógeno al puerto de servicio con mangueras de carga.

PRECAUCIÓN

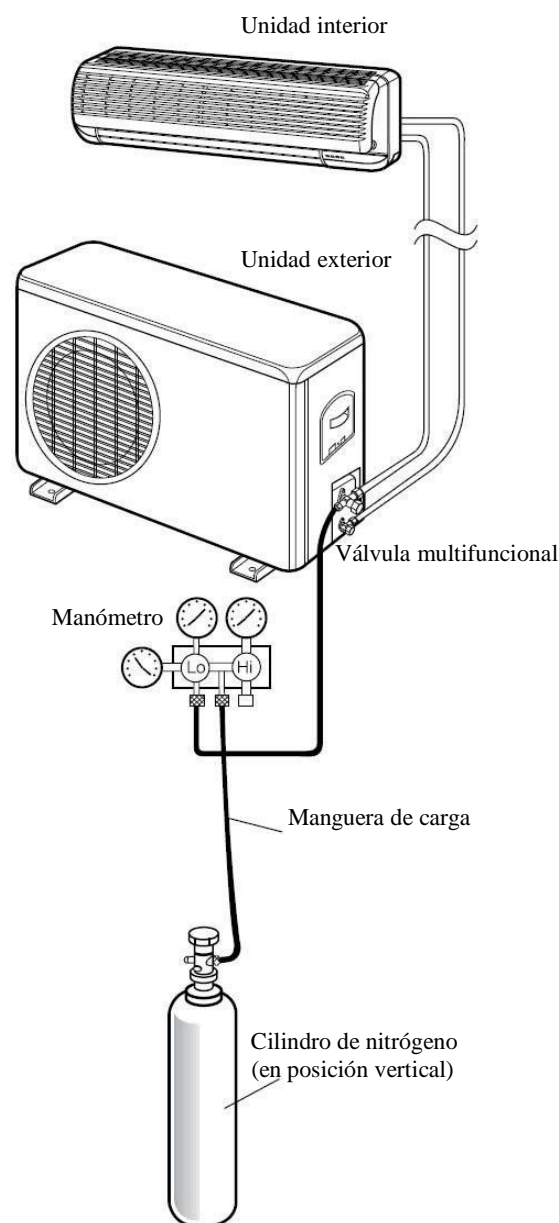
No olvide utilizar una válvula multifuncional para la purga de aire. Si no dispone de una, utilice una válvula de bloqueo. El botón de "Alto" de la válvula multifuncional debe estar cerrada siempre.

- Suministre presión al sistema hasta un máximo de 150 P.S.I.G con nitrógeno seco y cierre la válvula del cilindro cuando el medidor indique 150 P.S.I.G. A continuación, pruebe si hay fugas con jabón líquido.

PRECAUCIÓN

Para evitar que el nitrógeno entre en el sistema refrigerante en estado líquido, la parte superior del cilindro debe estar por encima de su parte inferior cuando suministre presión al sistema. Por lo general, el cilindro se utiliza en posición vertical.

- Haga una prueba de fugas en todas las juntas de los tubos (tanto interiores como exteriores) y de las válvulas de servicio del lado de gas y de líquido. Las burbujas indican que hay una fuga. No olvide limpiar el jabón con un trapo limpio.
- Una vez comprobado que no existen fugas en el sistema, libere la presión de nitrógeno aflojando el conector de la manguera de carga en el cilindro de nitrógeno. Cuando la presión del sistema haya recuperado la normalidad, desconecte la manguera del cilindro.



Método de agua jabonosa

- (1) Retire las tapas de las válvulas de 2 vías y de 3 vías.

- (2) Quite la tapa de servicio del puerto de la válvula de 3 vías.
- (3) Para abrir la válvula de 2 vías, gire la espiga a la izquierda aproximadamente 90°, espere unos 2 ~ 3 segundos, y ciérrelo.

(4) Aplique agua jabonosa o un detergente líquido neutro en la conexión de la unidad interior y las conexiones de la unidad exterior con un cepillo suave para comprobar la estanqueidad de los puntos de conexión de la tubería.

(5) Si aparecen burbujas, las tuberías tienen fugas.

C. Evacuación

- Conecte el extremo de la manguera de carga, siguiendo los pasos anteriores, a la bomba de vaciado para evacuar los tubos y la unidad interior.

Compruebe que el botón bajo la válvula multifuncional esté abierto.

A continuación, ponga en funcionamiento la bomba de vacío. El tiempo de evacuación varía según la longitud de los tubos y la capacidad de la bomba.

La tabla siguiente muestra el tiempo necesario para la evacuación.

El tiempo necesario para la evacuación, cuando se utiliza la bomba de vacío de 30 gal/h

Si la longitud del tubo es inferior a 10 m (33 pies)	Si la longitud del tubo es superior a 10 m (33 pies)
10 min. o más	15 min. o más

- Cuando llegue el vaciado deseado, cierre el botón de "Bajo" del colector de válvulas y detenga la bomba de vaciado.

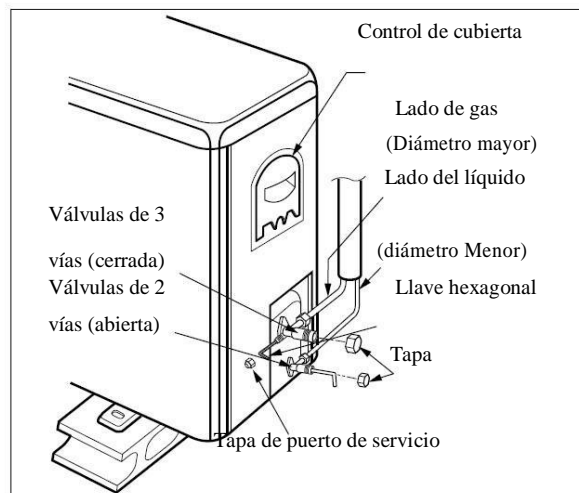
D. Terminación del trabajo

- 1) Con una llave de válvula de servicio, gire la maneta de la válvula del lado líquido hacia la izquierda para abrir completamente la válvula.
- 2) Gire la maneta de la válvula del lado de gas hacia la izquierda para abrir completamente la válvula.
- 3) Afloje la manguera de carga conectada al puerto de servicio del lado de gas para liberar la presión, después retire la manguera.
- 4) Vuelva a colocar la tuerca de ensanchamiento y su tapa en el puerto de servicio del lado de gas y apriétela bien con una llave ajustable. Este proceso es muy importante para evitar las fugas del sistema.
- 5) Vuelva a colocar las tapas de válvulas de servicio del lado de gas y del líquido y apriételas bien.

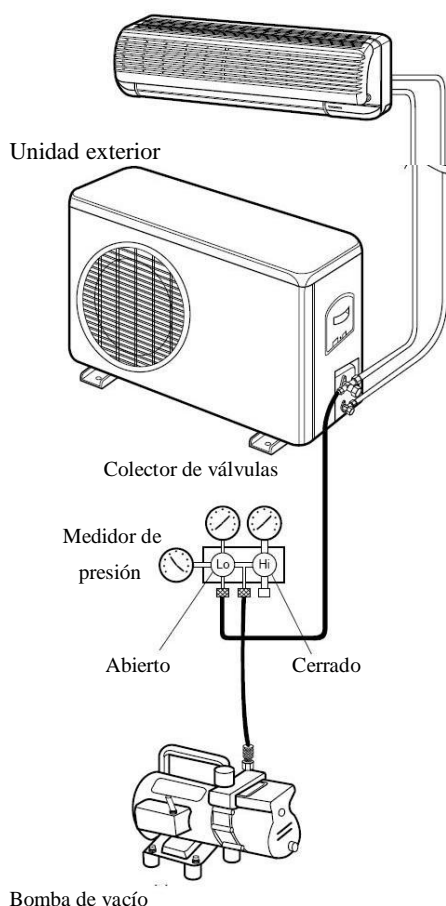
Esto completa la purga de aire con una bomba de vacío.

El aire acondicionado está listo para la prueba de funcionamiento.

Unidad exterior



Unidad interior



9.1.9 Comprobación de funcionamiento

- 1) Compruebe que todos los tubos y los cableados se han conectado correctamente.
- 2) Compruebe que las válvulas de servicio del lado de gas y de líquido están completamente abiertas.

A. Prepare el control remoto

- 1) Retire la tapa de las pilas tirando de ella según la dirección que indica la flecha.
- 2) Inserte pilas nuevas asegurándose de que los polos (+) y (-) están correctamente colocados.
- 3) Reponga la tapa de las pilas en su posición.

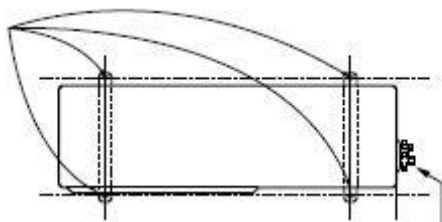
NOTA:

- Utilice las pilas de 1.5 voltios. No utilice pilas recargables.
- Retire las pilas del mando a distancia si no va a utilizar el sistema durante un tiempo prolongado

B. Ajuste de la unidad exterior

- 1) Sujete la unidad exterior con un perno y una tuerca resistente, en horizontal sobre un soporte de hormigón rígido.
- 2) Cuando se instale en la pared, techo o tejado, sujete la base con firmeza, teniendo en cuenta la influencia del viento y los sismos.
- 3) En el caso de que la vibración de la unidad se transmita a la manguera, asegure la unidad con una goma anti-vibración.

Perno

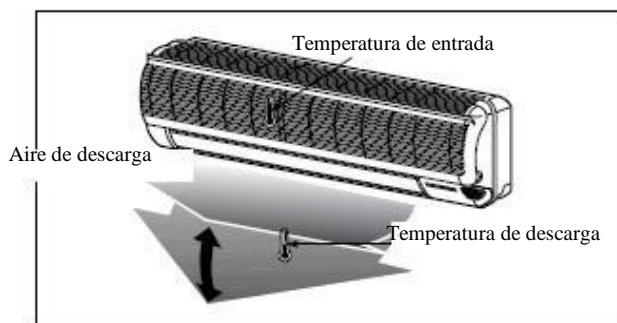


Cable de conexión

C. Evaluación del funcionamiento

Ponga en funcionamiento la unidad durante 15~20 minutos, a continuación, compruebe la carga de refrigerante del sistema:

1. Mida la presión de la válvula de servicio del lado de gas.
2. Mida la temperatura de la entrada y descarga de aire.
3. Asegúrese de que la diferencia entre la temperatura de entrada y la de descarga supera 8°C (enfriamiento) o al contrario (calentamiento).



4. A modo de referencia; la presión del lado de gas en las condiciones óptimas es la siguiente. (Refrigeración).

TEMP. ambiente exterior.	Presión de la válvula de servicio del lado de gas.
35°C(95°F)	4~6kg/cm ² .G(56.8~85.2 P.S.I.G.)

NOTA: Si la presión real es superior a la indicada, es probable que el sistema esté sobrecargado y será necesario retirar la carga. Si la presión real está por debajo de la indicada, es posible que el sistema no tenga la carga suficiente y será necesario añadir más carga.

El aparato de aire acondicionado está listo para ser utilizado.

BOMBEO DE VACÍO

Esto se lleva a cabo cuando debe reubicarse la unidad o reparar el circuito de refrigerante.

El bombeo de vacío significa la recogida de todo el refrigerante de la unidad exterior sin pérdida de gas refrigerante.

PRECAUCIÓN:

Asegúrese de que realiza el procedimiento de bombeo de vacío con la unidad en modo de refrigeración.

Procedimiento de bombeo de vacío

1. Conecte una manguera del colector del medidor de presión bajo el puerto de carga de la válvula de servicio del lado de gas.
2. Abra la válvula de servicio del lado de gas hasta la mitad y purgue el aire de la manguera del colector utilizando gas refrigerante.
3. Cierre la válvula de servicio del lado de líquido (completamente).
4. Encienda el interruptor de funcionamiento de la unidad y ponga en marcha la refrigeración.
5. Cuando el medidor de presión baja indique de 1 a 0.5kg/cm².G (14,2 a 7,1 P.S.I.G.), cierre completamente la maneta de la válvula del lado de gas y apague inmediatamente la unidad. En ese momento, el bombeo de vacío se ha completado y todo el gas refrigerante habrá sido recogido por la unidad exterior.

9.2 PLAN DE INSTALACIÓN PARA UNIDADES PISO TECHO

9.2.1 Instrucciones de Seguridad.

Las unidades evaporadoras en conjunto con las unidades condensadoras fueron diseñadas para ofrecer un servicio seguro y confiable cuando se las opera dentro de las especificaciones provistas en este manual.

Debido a esta misma concepción, aspectos referentes a la instalación, arranque inicial y mantenimiento deben ser rigurosamente observados.

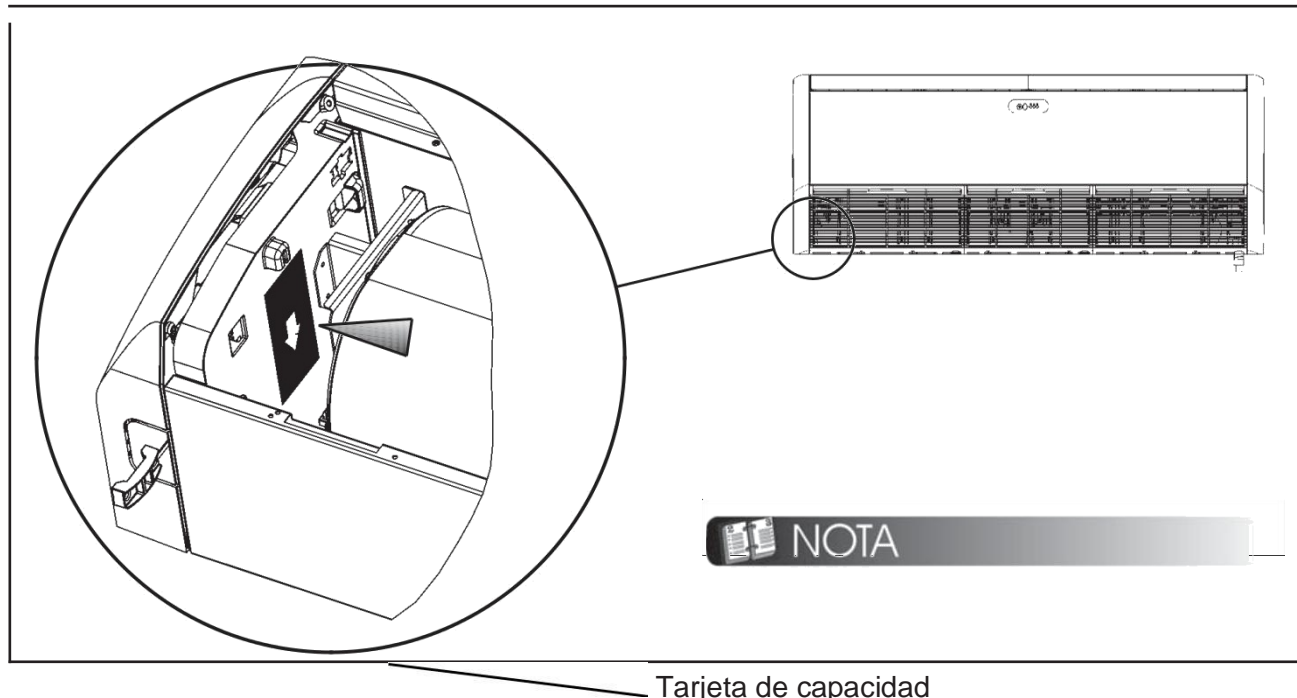
ATENCIÓN

- * *Verifique los pesos y dimensiones de las unidades para asegurarse de un manejo adecuado y con seguridad.*
- * *Antes de trabajar en cualquiera de las unidades desconecte siempre el suministro eléctrico.*
- * *Nunca introduzca las manos o cualquier otro objeto dentro de las unidades mientras el ventilador esté funcionando.*
- *Sepa cómo manejar el equipo de oxiacetileno con seguridad. Deje el equipo en la posición vertical dentro del vehículo y también en el lugar de trabajo. Cilindros de acetileno no pueden ser acostados.*
- *Use nitrógeno seco para presurizar y verificar fugas del sistema. Use un buen regulador. Cuide para no exceder la presión de prueba en los compresores rotativos (conforme el refrigerante usado en el sistema).*
- *Mantenga el extintor de incendios siempre próximo al lugar de trabajo. Verifique el extintor periódicamente para estar seguro que él está con carga completa y funcionando perfectamente.*
- *Cuando esté trabajando en el equipo atienda siempre a todos los avisos de precaución contenidos en las etiquetas adheridas a las unidades.*

Siga siempre todas las normas de seguridad aplicables y use la ropa y equipo de protección individual. Use guantes y lentes de protección cuando esté manipulando las unidades o el refrigerante del sistema.

Tarjeta de Capacidad

La tarjeta de capacidad está ubicada internamente en la unidad evaporadora. En esta tarjeta constan además del modelo y número de serie, datos técnicos de la evaporadora tales como: tensión, frecuencia, fase, capacidad (enfriamiento y calefacción), consumo (enfriamiento y calefacción) y corriente (enfriamiento y calefacción).



Para visualizar la tarjeta es necesario sacar el filtro de aire de la evaporadora.

Figura 22 - localización de la tarjeta de capacidad Fuente (manual de instalación Survey).

9.2.2 Recepción e Inspección de las Unidades.

- Para evitar daños durante el movimiento o transporte, no remueva el embalaje de las unidades hasta que lleguen al lugar definitivo de instalación.
- Evite que cuerdas, cadenas u otros dispositivos se apoyen en la unidad.
- No balancee la unidad condensadora durante el transporte ni la incline más de 15° con relación a la vertical.
- Para mantener la garantía, evite que las unidades se queden expuestas a posibles accidentes de obra acelerando su inmediato traslado hasta el lugar de instalación u otro lugar seguro.
- Al remover las unidades de los embalajes y retirar las protecciones de poliestireno expandido no los descarte inmediatamente ya que podrán servir, eventualmente, como protección contra polvo, u otros agentes nocivos hasta que la obra y / o instalación esté completa y el sistema listo para entrar en operación.

9.2.3 Herramientas para instalación.

Las herramientas en la tabla abajo son necesarias y recomendadas para una instalación correcta del equipo.

Ítem	Herramienta	Ítem	Herramienta
1	Bomba de vacío	14	Destornillador (recomendable)
2	Conjunto Manifold (R-22 y/o R-410)	15	Taladro y brocas
3	Cortador y doblador de tuberías	16	Regla de nivel
4	Equipo de brida para tuberías	17	Cintas aislante y cinta de sellado
5	Llave dinamométrica	18	Cinta protectora de vinilo
6	Conjunto llaves Philips / atornillador	19	Cinta métrica
7	Llave de tuerca o llave inglesa (dos)	20	Alicate de punta y alicate universal
8	Conjunto llaves Allen	21	Cinzel y martillo
9	Llave de carraca	22	Tubo de aceite refrigerante
10	Multímetro / Alicata amperímetro	23	Pistola de soldadura (para máquinas grandes)
11	Vacuometro	24	Cilindro extra de gas (para carga adicional)
12	Sierra albañilería	25	Cilindro de Nitrógeno con ajustador
13	Sierra para metal	26	Balanza digital

9.2.4 Instalación de unidades condensadoras.

Las reglas presentadas a continuación se aplican a todas las instalaciones:

- Realice un planeamiento cuidadoso de la ubicación de las unidades para evitar eventuales interferencias con cualquier tipo de instalación ya existente (o proyectada) ver planos en anexos.
- Instale la unidad donde esté libre de cualquier tipo de obstrucción de la circulación de aire, tanto en la salida de aire como en el retorno de este (ver planos con su ubicación en anexos).
- Escoja un lugar con espacio suficiente que permita reparaciones o servicios de mantenimiento en general.
- El lugar debe posibilitar el paso de las tuberías (tubos del sistema, cableado eléctrico y drenaje).
- La unidad debe estar nivelada después de la instalación.

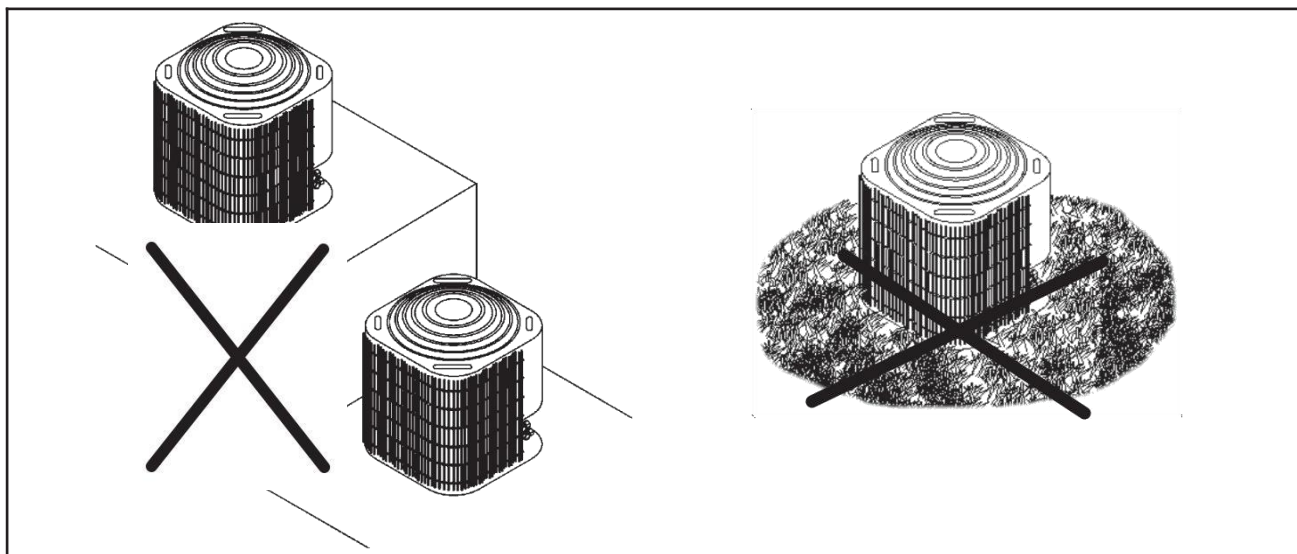
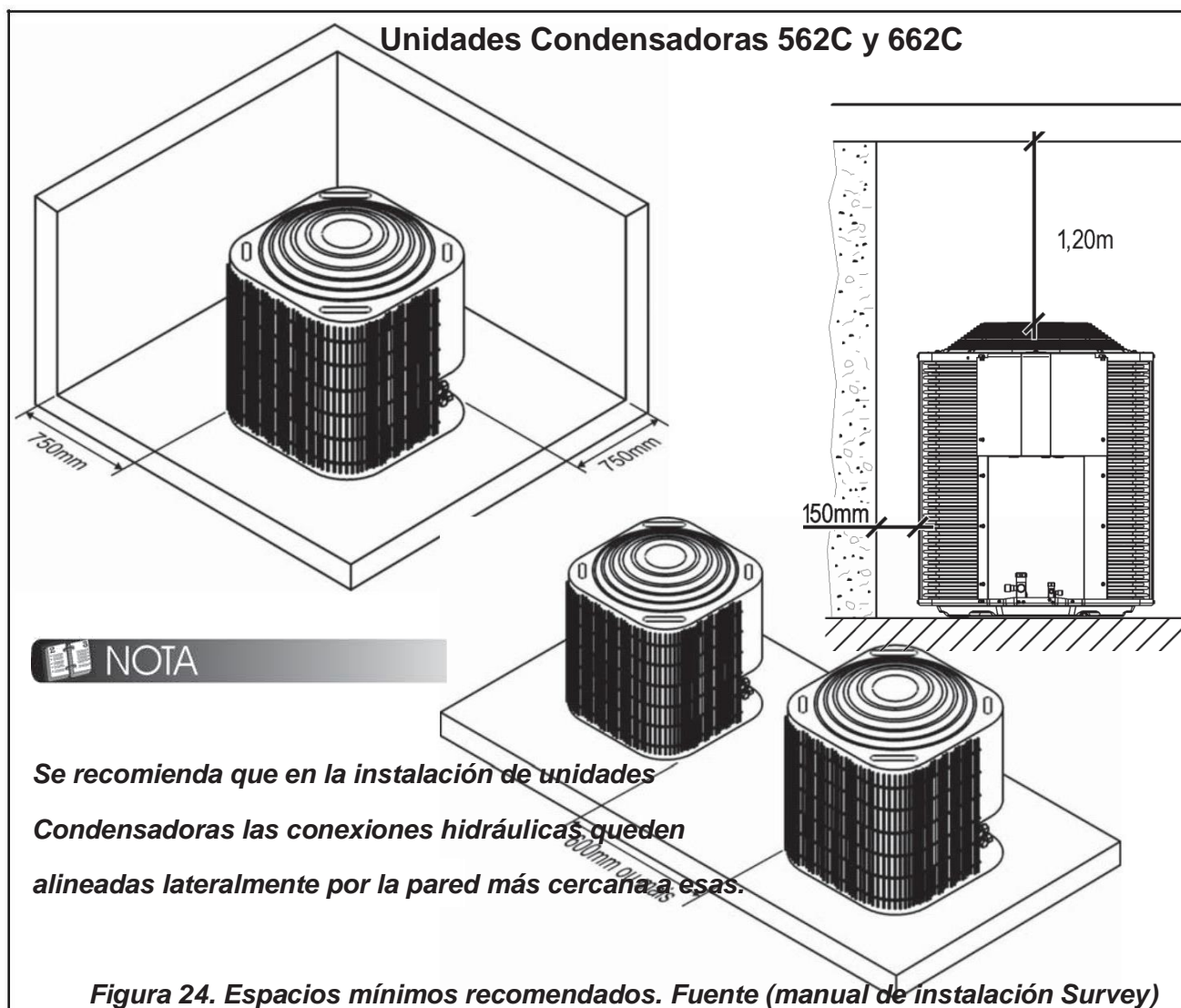


Figura 23 - Evitar instalaciones en esas condiciones Fuente (manual de instalación Survey)



Cuando la instalación ha sido sobre soporte metálico, se debe observar los aspectos siguientes:

- Las distancias mínimas y los espacios recomendados.
- El correcto dimensionamiento de las fijaciones para soportar la unidad.
- Vea los datos dimensionales y el peso de las unidades.
- La correcta fijación de los soportes en la pared, con el fin de evitar accidentes, así como caídas, etc.

9.2.5 Instalación de unidades evaporadoras.

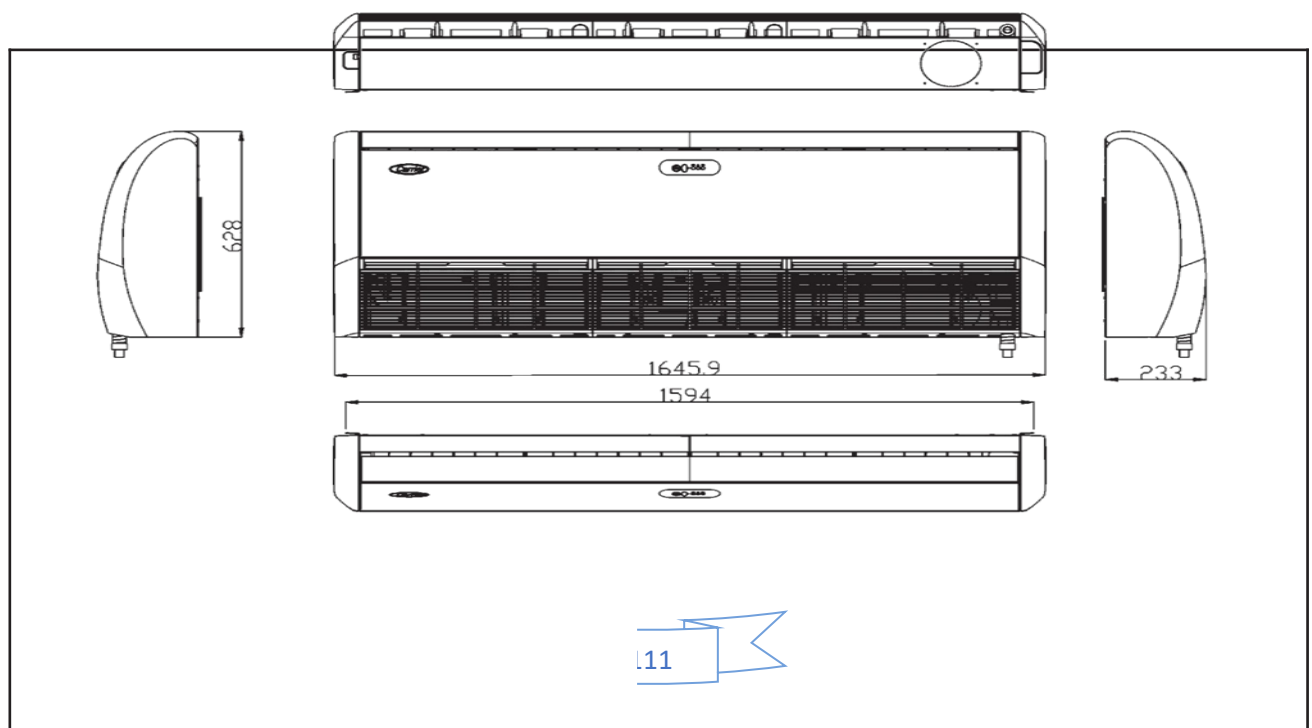
9.2.5.1 Recomendaciones generales.

Antes de proceder con la instalación, lea atentamente estas instrucciones a fin de estar bien familiarizado con los detalles de la unidad.

Las reglas presentadas a continuación se aplican a todas las instalaciones:

- Realice un planeamiento cuidadoso de la ubicación de las unidades para evitar eventuales interferencias con cualquier tipo de instalación ya existente (o proyectada).
- Instale la unidad donde esté libre de cualquier tipo de obstrucción de la circulación de aire, tanto en la salida de aire como en el retorno de este.
- Escoja un lugar con espacio suficiente que permita reparaciones o servicios de mantenimiento en general.
- El lugar debe posibilitar el paso de las tuberías (tubos del sistema, cableado eléctrico), también unidad debe estar nivelada después de la instalación.

Figura 25. Dimensiones de la unidad manejadora (tomar solo como referencia las dimensiones varían para cada fabricante) Fuente (manual de instalación Survey).



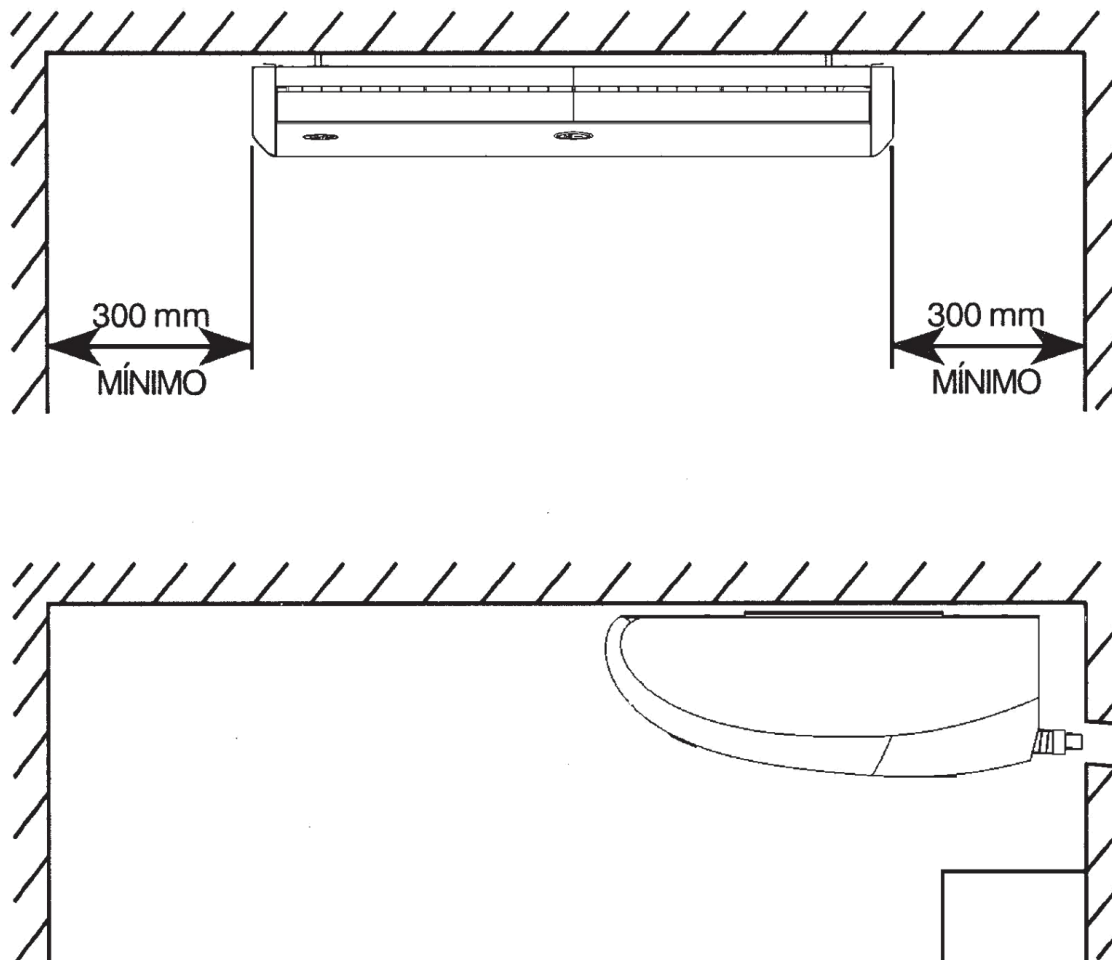


Figura 26. Montaje de la unidad Fuente (Manual de instalación Survey)

Para fijación de la unidad evaporadora es necesario desensamblar las tapas laterales.

- a) La posición de la unidad debe ser tal que permita la circulación uniforme del aire en todo el ambiente (figura 27).

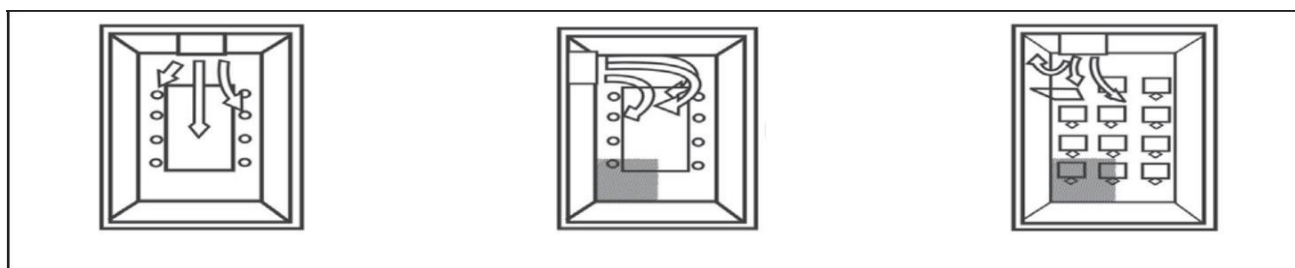


Figura 27. Ubicación de la evaporadora en el ambiente Fuente (manual de instalación Survey).

La unidad evaporadora sale de la fábrica equipada con dos (2) soportes de fijación para armado suspendido en el techo o fijada a la pared próxima.

La figura 28 indica la posición de los tornillos de armado en los soportes de fijación. Instale los soportes de fijación en el techo a través del uso de tornillos de armado, tuercas y arandelas.

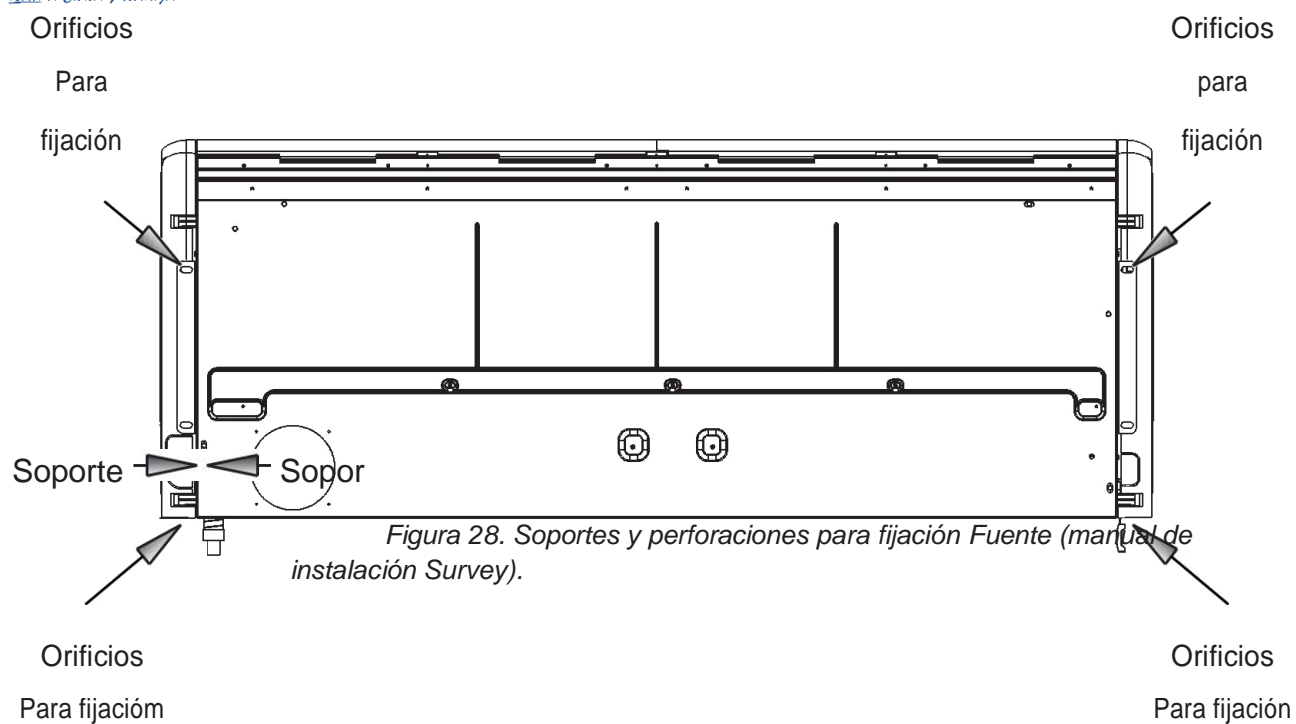


Figura 28. Soportes y perforaciones para fijación Fuente (manual de instalación Survey).

X. CONCLUSIONES

Al desarrollar el presente trabajo Titulado: **Diseño de un sistema de climatización para la Residencia Estudiantil del Recinto Universitario “Simón Bolívar” de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)**, se pretendió ampliar nuestro campo de visión acerca de los sistemas de climatización residencial.

A continuación, exponemos un conjunto de conclusiones específicas que constituyen los resultados de nuestra monografía.

1. Basado en la metodología de cálculo de carga térmica CLTD/CLF (diferencia de temperatura de la carga de enfriamiento/Factor de carga de enfriamiento), se realizó el cálculo de la carga de refrigeración para cada una de las habitaciones de la residencia estudiantil, en total se tienen 32 habitaciones, 1 Sala de estudio y 1 sala de usos múltiples, la suma de las cargas térmicas individuales da como resultado la carga de refrigeración total de la edificación que corresponde a **436,657.48 Btu/h (36.39 Ton)**.
2. Según las condiciones estructurales actuales de la residencia estudiantil se determinó, que el tipo de sistema de climatización más adecuado es un sistema de expansión directa con unidades separadas (Split).
3. El sistema de aire acondicionado que se seleccionó tomando en consideración factores de eficiencia energética, es un sistema de expansión de expansión directa con unidades separadas, se instalaran equipos de aires con una eficiencia energética mínima SEER 18.

De acuerdo a la capacidad de enfriamiento requerida en cada habitación se seleccionaron **11** unidades Split pared de **12,000 Btu**, **10** unidades Split pared de **18,000 Btu**, **11** Unidades Split Pared de **9,000 Btu** y **2** unidades Split Piso-Techo de **36,000 Btu**. Basándonos en datos proporcionados por diversas empresas comerciantes de equipos resulta más económico a nivel de inversión inicial adquirir equipo Split que una unidad central con la misma capacidad global.

4. Se elaboró un análisis de carácter técnico y económico basado en los costos iniciales de los equipos con su instalación y su consumo energético tomando como referencia los precios de las casas comerciales de equipos de climatización, estos datos de consumo energético nos permitieron inferir acerca de los costos operativos por consumo energético de los equipos y se concluyó que un aumento en el precio de

adquisición del equipo debido a una mayor eficiencia energética compensa satisfactoriamente el ahorro en la factura eléctrica a largo plazo (mayor a dos años de operación).

5. Como punto final se desarrolló un plan de instalación general para las unidades de acondicionamiento de aire, este plan está dividido en dos partes, una corresponde a instalación de unidades Split pared y la otra corresponde a unidades piso techo, en este plan se indica la ubicación de la unidad evaporadora y condensadora considerando las condiciones de acceso para su mantenimiento, ahorro en materiales, desempeño del equipo, dirección de los flujos de calor, condiciones estructurales y comodidad para el usuario. Este plan incluye los pasos a seguir y las herramientas a utilizar para realizar una instalación satisfactoria.

La inversión total estimada para llevar a cabo este proyecto es aproximadamente de \$ **25,408.68**, tomando como referencia cotizaciones realizadas en la empresa **FOGUEL S.A**, esto incluye la compra de equipos e instalación del mismo. No incluye acometidas eléctricas, ni obras civiles, si la instalación excede la distancia ofertada esta será cobrada adicionalmente.

- ❖ **Cabe resaltar que este proyecto es de acción social y no es necesario hacer un estudio en el cual se pueda determinar en cuanto tiempo se recuperaría el capital invertido.**

XI. RECOMENDACIONES

- ❖ En un proyecto siempre se desea que haya una mejora continua del mismo por lo tanto a continuación se dan algunas recomendaciones que de ser considerada pueden generar beneficios Satisfactorios.
- ❖ Cambiar las persianas venesianas, que actualmente posee el edificio por otro tipo de ventanas de vidrio que posean un coeficiente de transferencia de calor menor y que reduzcan al mínimo la infiltración de aire, una buena opción son las ventanas de vidrio doble.
- ❖ Considerar el plan de instalación propuesto principalmente con respecto a la ubicación de la unidad condensadora, debido a que el trabajo del compresor disminuirá si se baja la temperatura del condensador. Muchas veces estos quedan expuestos a la intemperie, encima de techos directamente expuestos a la radiación solar, provocando una alta temperatura con efectos negativos en el desempeño del ciclo de refrigeración. Es por ello que se recomienda instalar las unidades bajo sombra en donde se encuentren a una temperatura cercana a la del ambiente en donde su desempeño sea óptimo.
- ❖ Utilizar únicamente lámparas ahorrativas (led, Fluorescentes, T8,T5, entre otros con alta eficiencia.
- ❖ Controlar los tiempos de uso de los equipos de aire acondicionado, se recomienda fijar un horario en el que se mantendrá encendido el equipo esta medida permitirá disminuir los tiempos de operación disminuyendo con ellos los costos por consumo eléctrico.
- ❖ Debido a que los equipos de climatización que se implementaran son tecnología inverter se recomienda instalar a cada equipo un protector de voltaje para evitar daños al sistema electrónico del equipo ya que son sensibles a cambios bruscos en la calidad de la energía.
- ❖ Una vez operando los equipos de aire acondicionado realizar mantenimientos preventivos periódico y limpieza frecuente a los filtros de aire. Reorganizar el mobiliario (camas) dentro de las habitaciones, para evitar que el flujo de aire afecte directamente sobre el usuario y provoque problemas de salud.

XII. BIBLIOGRAFIA

- AHRI, A. H. (2009). *Performance Rating of Unitary Air-Conditioning & Air-Source Heat Pump Equipment*. Arlington: ANSI.
- ASHRAE. (2013). *ASHRAE HANBOOK FUNDAMENTALS*. Atlanta, EEUU.
- ASHRAE. (2013). *ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS*. EEUU: ASHRAE.
- Báez, C. G. (2006). *Historia del Aire Acondicionado*.
- Balladares F., Balladares L. y Jarquin H. (2016). *Diseño De Un Sistema De Climatización Del Edificio "Julio Padilla"*. Managua.
- Bisco, F. (08 de Junio de 2018). *CALORYFRIO.COM*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2018, de <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/el-reto-de-los-nuevos-refrigerantes-de-bajo-pca-.html>
- Carrier. (1996). *Manual de año acondicionado*. Mexico, Mexico.
- Carrier. (s.f). *Manual de Instalación, Usuario y Control remoto*.
- CECNA- Principios de Refrigeración. (2010). *Componentes del Sistema de refrigeración Industrial*. Managua.
- Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de Calor y Masa*. México: Mc Grall Will.
- Colocho Lopez, N. B., Daza Jimenes, P. A., & Gúzman Alvarez, M. T. (08 de Agosto de 2011). *Manual basico de sistemas de aire acondicionado y extraccion mecanica de uso comun en arquitectura*. 37. San Salvador, El Salvador.
- Ecured. (2015). *Historia del aire acondicionado*.
- Fontanals. (1997). *Calculo de conductos de aire*. CEAC.

Gildardo. (Enero de 2008). *Mundo HVACR*. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/2008/01/el-standard-34-de-ashrae-nomenclatura-de-los-gases-refrigerantes/>

Godoy Muñoz, A. (Junio de 2012). El confort termico adaptativo. España.

Holman, J. P. (1999). *Transferencia de Calor*. Mexico: CECSA.

Kern, D. Q. (1999). *Procesos de transferencia de calor*. México: CECSA.

Kuehn, T., Ramsey, J., & Threlked, J. L. (1998). *Thermal Environmental Engineering*. Prentice Hall.

Ministerio de Hacienda y crédito público. (2015). Guías prácticas sobre especificaciones técnicas de aire acondicionado.

PG, & E. (2006). *Paciic Ggas and Electrical Company*. California.

Pita, E. G. (1994). ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Principios y sistemas. En E. G. Pita, *ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Principios y sistemas* (V. Gozalez Pozo, Trad., Segunda en ingles (Primera en español) ed., pág. 178). Mexico D.F: CECSA.

VALYCONTROL,S.A.DE C.V. (S.F). MANUAL TÉCNICO VALYCONTROL. Mexico.

Wang, S. K. (2001). HANDBOOK OF AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION (manual de aire acondicionado y refrigeracion). United States Of America: Mc-Graw Gill.

Wikipedia. (2014). Evaporador. *Evaporador*.

XIII. ANEXOS

Procedimiento de mantenimiento preventivo para unidades de aire acondicionado.

Para garantizar el buen funcionamiento de los equipos es necesario realizar rutinas periódicas de mantenimiento, las cuales serán descritas más adelante, primero es de importante consideración dar algunas pautas de operación de los equipos.

- El termostato debe calibrarse dentro del rango de temperaturas de confort (de 24°C como mínimo según resolución administrativa 11-2018 de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - UNI).
- Las puertas de las zonas acondicionadas que comuniquen con otras áreas (acondicionadas o no) deben permanecer cerradas.
- La puerta de entrada a la zona de operación del equipo debe permanecer cerrada cuando este esté encendido, para evitar saturaciones de polvo en el filtro de aire del evaporador que producirá congelación en el equipo y goteo posterior.
- Se recomienda que los equipos se enciendan previamente antes de ser ocupada el área (media hora antes), para obtener unas condiciones de confort más estables al momento de ocupar el recinto acondicionado.

Las rutinas de mantenimiento de los equipos deben programarse una vez se de uso de los equipos. Las actividades de mantenimiento preventivo son rutinarias y van ligadas a las características de funcionamiento de cada parte del equipo es por ello que lo ideal sería rutinas con diferentes periodicidades y algunas específicas para cada elemento de los equipos.

A continuación, se presenta un procedimiento de mantenimiento preventivo a equipos de aire acondicionado de confort que incluye (Piso techo, Split).

Condiciones iniciales de trabajo

Inicialmente proceda a evaluar las condiciones del sitio, verificar los peligros existentes y sus riesgos potenciales, con el fin de determinar los equipos de protección personal (EPP) y en algunos casos el equipo de protección contra caídas.

Nunca exponga su vida realizando maniobras que pueden llevar a caídas, choques eléctricos o pérdida de algún miembro de su cuerpo, recuerde que los EPP reducen el impacto que un riesgo existente le puede ocasionar, diligencie si es el caso un formato de análisis de riesgos.

Luego en esta sección registre las condiciones ambientales de la solución de enfriamiento, para anotar cualquier anomalía en la orden de servicio (se presenta un formato más adelante).

1. Se realiza registro del tipo de cuarto donde se encuentra instalado el equipo para verificar si cumple con las especificaciones requeridas como solución de control ambiental.
2. Asegurar que la unidad tenga el suficiente espacio alrededor para prestarle servicio de acuerdo con el ASHRAE, el código nacional.
3. Inspección de señales de recalentamiento, exceso de polvo o manchas de líquido.
4. Registro de preocupaciones del usuario acerca del equipo, asegurar que sean resueltas en sitio.
5. Medición e inscripción la temperatura del cuarto de instalación.
6. Debe ser anotado el historial de eventos y alarmas en la sección asignada en la orden de servicio.

LIMPIEZA

1. Limpieza del serpentín del evaporador con jabón líquido, cepillo y peine de serpentín.
2. Limpieza de bandeja de condensado.
3. Revisión de las condiciones de los filtros para limpieza o reemplazo.
4. Con el peine de serpentines alinee las aletas que se encuentren aplacadas, si es necesario.
5. Limpieza de carcasa de unidad manejadora con espuma limpiadora y bayetillas.
6. Limpieza de bomba de condensado, si la hay.
7. Limpieza con brocha en partes eléctricas.
8. Limpieza del condensador con un lavador a presión media, limpiando las aletas del serpentín.
9. Limpieza de cubierta y partes eléctricas con una brocha.
10. Revisión y ajuste de tornillería en unidades UM (unidad manejadora) y UC (unidad condensadora).



CHEQUEO MECANICO

1. Revisión de los ventiladores de la unidad manejadora, aspas del condensador deben moverse libremente sin señas de frenado ni recalentamiento de los componentes.
2. Chequeo de las presiones de línea de líquido y gas, según refrigerante del sistema.
3. Revisión de posibles ruidos en compresor o ventiladores.
4. Revisión de posibles fugas o rastros de aceite en tuberías y conexiones roscadas.
5. Inspección de parámetros de sobre calentamiento y sub enfriamiento con un termómetro y manómetros.
6. Revisión y lubricación de partes móviles
7. Revisión y ajuste de soportes anti vibratorios del compresor.
8. Inspección de motor y sentido de giro de los ventiladores.



CHEQUEO ELECTRICO

1. Ejecutar una revisión eléctrica del panel eléctrico usando un medidor de temperatura para determinar contactos excesivamente calientes por encontrarse mal ajustados.
2. Verificación de los niveles de voltaje de entrada los cuales deben estar entre $\pm 10\%$ del voltaje nominal.
3. Verificación de los voltajes de control que deben estar entre ± 24 VAC. (Si aplica)
4. Verificación de los niveles de corriente en los motores de ventiladores, compresores.



CHEQUEO FUNCIONAL

1. Asegurar que la unidad este manteniendo los set points de temperatura y humedad.
2. Verificación de los ciclos de enfriamiento.
3. Chequeo de libre movimiento de las aletas para el flujo de aire en la unidad manejadora.
4. Verificación de correcto funcionamiento de la bomba de condensado.
5. verificación del estado funcional del control remoto de la unidad.
6. Análisis energético y estimación del estado real de eficiencia energética y termodinámica, opción para el control de indicadores de ahorro energético.



INSPECCION FINAL

1. Verificación del interior y exterior del sistema para limpiarlo de residuos o polvo.
2. Verificación del control según especificaciones del cliente.
3. Diligencie la orden de servicio consignando el modelo, serie, capacidad y parámetros técnicos del equipo.
4. Obtenga la firma del cliente en la orden de servicio que consta que el sistema está en línea y funcionando correctamente.



Análisis de ocurrencia

Tabla orientadora de posibles problemas en el equipo acondicionador de aire, con su posible causa y corrección a ser tomada.

Tabla orientadora de posibles problemas en el equipo acondicionador de aire, con su posible causa y corrección a ser tomada

OCURRENCIA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
Compresor y motores de las unidades condensadora y evaporadora funcionan, pero el ambiente no es enfriado con eficacia.	Capacidad térmica del equipo es insuficiente para el ambiente.	Rehacer el levantamiento de carga térmica y orientar el cliente, si necesario, cambie por un modelo de mayor capacidad.
	Instalación incorrecta o deficiente.	Verificar el local de instalación observando altura, local, rayos solares en el condensador, etc. Reinstalar el equipo.
	Pérdida de gas.	Localizar pérdidas, eliminarlas y proceder la reoperación de la unidad.
	Serpentinas atascadas por suciedad.	Limpiar el evaporador y condensador.
	Baja voltaje de operación.	Voltaje suministrada abajo de la tensión mínima.
	Compresor sin compresión.	Reemplazar el compresor.
	Motor del ventilador con poca rotación.	Verificar el capacitor de fase del motor del ventilador y el motor del ventilador, reemplazándolo si necesario.
	Pistón bloqueado.	Abrir el niple y limpiar el pistón, en ese caso generalmente el evaporador queda bloqueado con hielo.
Compresor no arranca.	Válv. servicio cerrada o parcialmente cerrada.	Abrir la(s) válvula(s).
	Interconexión eléctrica con malo contacto.	Poner el cable eléctrico adecuadamente en la fuente de alimentación.
	baja o alta voltaje.	Podrá ser usado un estabilizador automático con potencia en Watts coherente con el equipo.
	Starter defectuoso.	Usar un capacímetro para detectar el defecto.
	Caja de mando eléctrico.	Usar un ohmiómetro voltímetro para detectar el defecto. Si necesario cambiar el comando.
	Compresor "trancado".	Proceder la conexión del compresor, según las instrucciones de instalación de compresores, caso no funcione, reemplazarlo.
	Circuito eléctrico sobrecargado causando caída de tensión.	El equipo debe ser ligado en toma única y exclusiva.
	Exceso de gas.	Verificar, purgar si necesario.
Motores de los ventiladores no funcionan.	Ligaciones eléctricas incorrectas o hilos rotos.	Verificar el cableado, reparar o reemplazar la misma. Ver el esquemático eléctrico del equipo.
	Cable eléctrico desconectado o con malo contacto.	Poner el cable eléctrico adecuadamente en la fuente de alimentación.
	Motor del ventilador defectuoso.	Proceder la interconexión directa del motor del ventilador, caso no funcione, reemplazarlo.
	Capacitor defectuoso.	Usar un ohmiómetro para detectar el defecto, Si necesario cambiar el capacitor.
	Ligaciones eléctricas incorrectas o hilos rotos.	Verificar el cableado, reparar o reemplazarlo. Ver el esquemático eléctrico del equipo.
	Hélice o turbina suelta o trabada.	Verificar, fijándola correctamente.
	Solenoides de la válvula de inversión defectuoso (quemado).	Reemplazar el solenoide.
	Válvula de inversión con defecto.	Reemplazar la válvula de inversión.
Compresor no opera en calentamiento (Unidades condensadoras - frío calor)	Termostato descongelante defectuoso (abierto).	Usar un ohmiómetro para detectar el defecto. Si necesario cambiar el termostato.
	Conexiones incorrectas o hilos rotos.	Verificar el cableado, reparar o reemplazarlo. Ver el esquemático eléctrico del equipo.
	Función refrigeración atizada.	Ajustar correctamente el modo de funcionamiento.
Evaporador atascado con hielo.	Pistón atrapado.	Reoperar la unidad, abriendo el niple. Es conveniente ejecutar la limpieza en los componentes con chorros de R-22 o R-11 líquido.
	Filtro sucio.	Limpiar el filtro.
	Pérdida de gas.	Elimine la pérdida y sustituya todo gas refrigerante.

OCURRENCIA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
Ruido excesivo durante el funcionamiento.	Holgura en el eje/cojinetes de los motores de los ventiladores.	Reemplazar lo(s) motor(es) de lo(s) ventilador(es).
	Tubería con vibración.	Verificar el local generador de ruido y eliminarlo.
	Piezas sueltas.	Verificar y calzar o fijarlas correctamente.
	Cojín de amortiguación interna del compresor roto.	Reemplazar el compresor.
	Hélice o turbina desbalanceada/ rota o suelta.	Reemplazar la hélice o la turbina.
	Instalación incorrecta.	Mejorar la instalación, reforzar las piezas que presentan estructura frágil.
Ruido de expansión de gas en la unidad interior.	Poco gas en el sistema.	Verifique las presiones del sistema y añadir gas si es necesario.

PLANILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ítem	Descripción de los Servicios	Frecuencia		
		A	B	C
1º	Inspección general en la instalación del equipo, corto circuito, distribución de unidades, bloqueo en entrada y Salida de la condensadora, unidad condensadora expuesta a carga térmica.			*
2º	Verificar instalaciones eléctricas.	*		
3º	Lavado y secado del filtro de aire.	*		
4º	Medir tensión y corriente de funcionamiento y comparar con la nominal.	*		
5º	Medir tensión con rotótrabado y observar caída de tensión hasta que el protector apague.		*	
6º	Ver aprieto de todos terminales eléctricos de las unidades, evitar posibles malos contactos.	*		
7º	Verificar obstrucción de suciedad y aletas aplastadas.	*		
8º	Verificar posibles atascamientos o amasamientos en la manguera de drenó.	*		
9º	Hacer limpieza de los gabinetes.		*	
10º	Medir diferencial de temperatura.	*		
11º	Verificar folga del eje de los motores eléctricos.	*		
12º	Verificar posicionamiento, fijación y balanceo de la hélice o turbina.	*		
13º	Verificar operación del sensor de temperatura.	*		
14º	Medir presiones de equilibrio.		*	
15º	Medir presiones de funcionamiento.		*	

Códigos de frecuencia:

A= Mensualmente

B= Trimestralmente

C= Semestralment

Imagen 1. Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F

CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR

137

TABLA 6.1 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft²	Valor de U, BTU/h Ft²·°F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Sin cielo raso suspendido																											
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
Con cielo raso suspendido																											
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	54 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77 (77)	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19 (20)	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory.

Imagen 2. Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) para cálculo de cargas de paredes al sol, 1°F.

138

CAPÍTULO 6

CÁLCULO DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO

TABLA 6.2 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CÁLCULO DE CARGA DE PAREDES AL SOL. 1°F

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Hora solar, h														15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE													
Latitud norte, orientación de pared	Paredes grupo A																																																		
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14		2	10	14	4																					
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5																						
E	24	24	23	23	22	21	20	19	18	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7																							
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	24	22	18	24	6																							
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6																							
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	24	17	25	6																						
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9																							
NW	21	21	21	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	14	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7																								
	Paredes grupo B																																																		
N	15	14	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9	8	9	9	10	10	11	12	13	14	14	15	15	24	8	15	7																							
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9																							
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	27	26	25	24	20	15	27	12																						
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	25	24	21	14	26	12																							
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	21	23	11	22	11																							
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	24	24	13	28	15																						
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	14	15	17	20	22	25	27	29	29	24	24	14	30	16																						
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	11	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	10																							
	Paredes grupo C																																																		
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	16	22	7	17	13																							
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13																							
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18																							
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17																								
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	13	14	17	20	22	24	25	26	25	24	22	20	9	26	17																							
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	32	31	22	22	11	33	17																							
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	22	12	35	23																							
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	26	22	22	10	27	17																							
	Paredes grupo D																																																		
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8	10	12	13	15	17	18	19	19	18	-16	21	6	19	13																							
NE	17	15	13	11	10	8	7	6	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	25	18																							
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	16	8	33	25																								
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	17	8	32	24																								
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23																								
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	37	34	31	21	8	38	30																								
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	21	9	41	32																								
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25																							
	Paredes grupo E																																																		
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19																							
NE	13	11	9	7	6	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	16	4	26	22																							
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	-13	5	38	33																							
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	-15	5	37	32																							
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	-17	3	34	31																							
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40																							
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43																							
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33																							
	Paredes grupo F																																																		
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23																							
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	11	1	30	29																							
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43																							
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41																							
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38																							
SW	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51																							
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57																							
NW	14	10	8	6	4	3	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	19	2	46	44																							
	Paredes grupo G																																																		
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27																							
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40																							
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56																							
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52																							
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47																							
SW	5	4	3	1	0	0	2	1	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	6	5	16	0	63	63																							
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71																							
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55																							

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals*,
ASHRAE Handbook & Product Directory.

Imagen 3. Descripción de grupos de construcción de paredes.

CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR

135

1. TABLA 6.3. DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAREDES

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h·ft ² ·°F)	Capacidad calorífica BTU/(ft ² ·°F)
Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)				
C	Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
D	Ladrillo común de 4 in.	90	0.415	18.4
C	Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
B	Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
B	Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
A	Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)				
C	Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
B	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
A	Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)				
E	Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
D	Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
D	Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
C	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
B	Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)				
D	Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
D	Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
C	Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
C	Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
B	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
A	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + (acabado)				
E	Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
D	Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
C	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
C	Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
B	concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
A	Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
E	Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
A	Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
F	Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
F	Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
E	Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
D	Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
Azulejo de barro + (acabado)				
F	Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
F	Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
E	Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
D	Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
D	Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
C	Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
B	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de lámina (cortina metálica)				
G	Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
Pared de bastidor				
G	Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Reproducido con permiso de 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory

Imagen 4. Corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos, latitudes norte, °F.

140

CAPÍTULO 6

CÁLCULO DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO

TABLA 6.4. CORRECCIÓN DE LA DTCE POR LATITUD Y MES, PARA APLICAR A PAREDES Y TECHOS, LATITUDES NORTE, °F

Latitud	Mes	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	-1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

Reproducido con permiso del 1979 ASHRAE Load Calculations Manual

Imagen 5. Diferencias de conducción de carga de enfriamiento a través de un

TABLA 6.5 DIFERENCIAS DE CONDUCCIÓN DE CARGA DE ENFRIAMIENTO A TRAVÉS DE UN VIDRIO

Hora	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals, ASHRAE Handbook Product Directory.*

vidrio

Imagen 6. Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar para vidrio. Btu/h-Ft², latitudes norte.

TABLA 6.6 RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO FACTORES DE GANANCIA MÁXIMA DE CALOR SOLAR PARA VIDRIO. BTU/H - FT², LATITUDES NORTE.

0 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SEE/SSW	S	HOR
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

8 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SEE/SSW	S	HOR
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

16 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SEE/SSW	S	HOR
En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

24 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SEE/SSW	S	HOR
En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199

Imagen 7. Coeficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.

TABLA 6.7. COEFICIENTES DE SOMBREADO PARA VIDRIO CON O SIN SOMBREADO INTERIOR POR PERSIANAS VENECIANAS ENROLLABLES

	Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^a	Transmisión solar ^b	Sin sombreado interior $h_o = 4.0$	Tipo de sombreado interior				
					Persianas venecianas	Persianas enrollables			
						Opacas	Translúcidas		
					Medio	Claro	Oscuro	Claro	Claro
VIDRIO SENCILLO	Sencillo								
	Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00					
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94					
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Claro	1/2	0.67	0.87					
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83					
	Absorbente de calor, con figuras ^c	1/8		0.83					
	Absorbente de calor ^c	3/16 a 1/4	0.46	0.69					
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Absorbente de calor ^c	3/8	0.34	0.60					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
	Vidrio recubierto reflector	1/2	0.24		0.25	0.23			
VIDRIO AISLANTE	Doble ^d								
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71 ^a	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Claro adentro								
	Claro afuera	1/4	0.61 ^a	0.81					
	Claro adentro								
	Absorbente de calor afuera	1/4	0.36 ^a	0.55					
	Claro adentro				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
	Vidrio recubierto reflector			0.20	0.19	0.18			
				0.30	0.27	0.26			
				0.40	0.34	0.33			
Triple	Claro	1/4		0.71					
	Claro	1/8		0.80					

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory

Imagen 8. Factores de carga de enfriamiento para vidrios sin sombreado interior.

TABLA 6.8. (Continuación)

Latitud norte.		Hora solar, h																							
Ventana Construcción del recinto hacia él		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.70	0.65	0.65	0.74	0.81	0.87	0.91	0.91	0.88	0.84	0.77	0.80	0.92	0.27	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08
	M	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.75	0.67	0.66	0.74	0.80	0.86	0.89	0.88	0.85	0.80	0.73	0.76	0.88	0.23	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
NE	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.55	0.76	0.75	0.60	0.39	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.57	0.77	0.74	0.58	0.36	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
E	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.71	0.80	0.77	0.64	0.43	0.29	0.25	0.23	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.48	0.72	0.80	0.75	0.61	0.40	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	0.10	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
SE	L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.29	0.56	0.74	0.82	0.81	0.70	0.52	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	M	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.56	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.31	0.57	0.74	0.81	0.79	0.67	0.48	0.31	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
S *	L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.15	0.22	0.37	0.58	0.75	0.84	0.82	0.71	0.53	0.37	0.29	0.20	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	M	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.22	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.11	0.17	0.24	0.39	0.59	0.75	0.82	0.79	0.67	0.49	0.33	0.26	0.18	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
SW	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.18	0.22	0.38	0.59	0.76	0.84	0.83	0.72	0.48	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.39	0.59	0.75	0.82	0.80	0.68	0.43	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
W	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.14	0.15	0.17	0.30	0.53	0.72	0.83	0.83	0.63	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.31	0.54	0.71	0.81	0.80	0.59	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06
NW	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.83	0.71	0.19	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05
	M	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.09	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.30	0.52	0.73	0.81	0.67	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05
HORA	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.26	0.43	0.59	0.72	0.81	0.87	0.87	0.83	0.74	0.60	0.44	0.27	0.15	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.13	0.29	0.45	0.60	0.72	0.81	0.85	0.84	0.79	0.70	0.56	0.40	0.23	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07

L = Construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.

M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.

H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory

Imagen 9. Promedios representativos de calor y humedad producida por humanos dependiendo el grado de actividad.

Table 1 Representative Rates at Which Heat and Moisture Are Given Off by Human Beings in Different States of Activity

Degree of Activity	Location	Total Heat, Btu/h		Sensible Heat, Btu/h	Latent Heat, Btu/h	% Sensible Heat that is Radiant ^b	
		Adult Male	Adjusted, M/F ^a			Low V	High V
Seated at theater	Theater	390	350	245	105	60	27
Seated, very light work	Offices, hotels, apartments	450	400	245	155		
Moderately active office work	Offices, hotels, apartments	475	450	250	200		
Standing, light work; walking	Department store; retail store	550	450	250	200	58	38
Walking, standing	Drug store, bank	550	500	250	250		
Sedentary work	Restaurant ^c	490	550	275	275		
Light bench work	Factory	800	750	275	475		
Moderate dancing	Dance hall	900	850	305	545	49	35
Walking 3 mph; light machine work	Factory	1000	1000	375	625		
Bowling ^d	Bowling alley	1500	1450	580	870		
Heavy work	Factory	1500	1450	580	870	54	19
Heavy machine work; lifting	Factory	1600	1600	635	965		
Athletics	Gymnasium	2000	1800	710	1090		

Imagen 10. Ganancia de calor recomendadas para Laptops típicas.

Table 8B Recommended Heat Gain for Typical Laptops and Laptop Docking Station

Equipment Description		Name-plate Power, ^a W	Peak Heat Gain, ^{b, c} W
Laptop computer →	Manufacturer 1, 2.6 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	46
	Manufacturer 2, 2.4 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	59
Average 15-min peak power consumption (range)		53 (46-59)	
Laptop with docking station	Manufacturer 1, 2.7 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	38
	1.6 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 2$	NA	45
	2.0 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	50
	2.6 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	51
	2.4 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	40
	2.6 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	35
	2.7 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	59
	3.0 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 3$	NA	70
	2.9 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 3$	NA	58
	3.0 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	NA	128
	3.7 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	NA	63
	3.1 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	NA	89
Average 15-min peak power consumption (range)		61 (26-151)	

Imagen 11. Resistencia térmica para distintos materiales

TABLA A.4. (Continuación)

Descripción	Densidad lb/ft ³	Resistencia (R)	
		Por pulgada	Por espesor nominal
Tabla y losas			
Vidrio celular	8.5	2.63	--
Fibra de vidrio aglomerada con sustancias orgánicas	4-9	4.00	--
Hule expandido, rígido	4.5	4.55	--
Poliestireno expandido y extruido			
Superficie célula	1.8	4.00	--
Poliestireno expandido y extruido			
Superficie lisa de piel	2.2	5.00	--
Poliestireno expandido y extruido			
Superficie lisa de piel	3.5	5.26	--
Poliestireno expandido, perlas moldeadas	1.0	3.57	--
Poliuretano expandido (R-11 exp.)	1.5	6.25	--
(espesores de 1 in. o mayores)	2.5		--
Fibra mineral con aglomerado de resina	15	3.45	--
Tablero de fibra mineral, fieltro húmedo			
Aislamiento de núcleo o de techo	16-17	2.94	--
Loseta acústica	18	2.86	--
Loseta acústica	21	2.70	--
Tablero de fibra mineral, moldeado húmedo			
Loseta acústica	23	2.38	--
Tablero de fibra de madera o bagazo			
Loseta acústica	0.5 in	--	1.25
Loseta acústica	0.75 in	--	1.89
Acabado interior (tablón, loseta)	15	2.86	--
Madera astillada (cementada en losas preformada)	22	1.67	--
RELLENO SUELTO			
Aislamiento celulósico (papel o pulpa de madera sueltos)	2.3 - 3.2	3.13-3.70	--
Aserrín o cepilladuras de madera	8.0 - 15.0	2.22	--
Fibra de maderas suaves	2.0 - 3.5	3.33	--
Perlita, expandida	5.0 - 8.0	2.70	--
Fibra mineral (roca, escoria o vidrio)			
aprox. 3.75 a 5 in	0.6 - 2.0		11
aprox. 6.5 a 8.75 in	0.6 - 2.0		19
aprox. 7.5 a 10 in	0.6 - 2.0		22
aprox. 10.25 a 13.75 in	0.6 - 2.0		30
Vermiculita exfoliada	7.0 - 8.2	2.13	--
4.0 - 6.0	2.27	--	--
Aislamiento de techo			
Preformado, para uso sobre cubierta			
Se consiguen diferentes aislamientos de techo en diferentes espesores para llegar a los valores C que se mencionan. Consultar con los fabricantes para conocer el espesor real de su material.			1.39 a 8.33
MATERIALES DE MAMPOSTERÍA			
Concretos			
Mortero de cemento	116	0.20	--
Concreto con yeso y fibra: 87.5% de yeso y 12.5% de astilla de madera	51	0.60	--
Agregados de peso ligero, incluyendo pizarra expandida, arcilla o pizarra normal; escorias expandidas; cenizas; piedra pómez; vermiculita; también los concretos celulares	120	0.19	--
100	100	0.28	--
80	80	0.40	--
60	60	0.59	--
40	40	0.86	--
30	30	1.11	--
20	20	1.43	--
perlita, expandida	40	1.08	--
30	30	1.41	--
20	20	2.00	--
De arena y grava o agregado de piedra (secado al horno)	140	0.11	--
De arena y grava o agregado de piedra (no secado)	140	0.08	--
Estuco	116	0.20	--

Imagen 12. Factores de calor sensible para cargas de enfriamiento debido a personas.

TABLA 6.12. FACTORES DE CALOR SENSIBLE PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO DEBIDO A PERSONAS

Horas totales en el recinto	Horas después de cada entrada al recinto																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

Reproducido con permiso de 1985 *Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory*.

Imagen 13. Coeficientes globales de transferencia de calor para distintos materiales.

TABLA A.7. (Continuación)

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -°F	
	Verano	Invierno
CIELOS Y PISOS		
Marco (piso de loseta asfáltica, triplay de 5/8 in, contrapiso de madera de 25/32 in, cielo raso terminado):		
Flujo de calor hacia arriba	.23	.23
Flujo de calor hacia abajo	.20	.19
Concreto (piso de loseta asfáltica, cubierta de concreto de 4 in, espacio de aire, cielo raso terminado):		
Flujo de calor hacia arriba	.34	.33
Flujo de calor hacia abajo	.26	.25
TECHO (techo plano, sin cielo raso)		
Cubierta de acero:		
Sin aislamiento	.64	.86
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.23	.25
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.15	.16
Cubierta de madera de 1 in:		
Sin aislamiento	.40	.48
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.19	.21
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.12	.13
Cubierta de madera de 2.5 in:		
Sin aislamiento	.25	.26
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.15	.16
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.10	.11
Cubierta de madera de 4 in:		
Sin aislamiento	.17	.18
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.12	.12
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.09	.09
TECHO Y CIELO RASO (techo plano, cielo raso terminado)		
Cubierta de acero:		
Sin aislamiento	.33	.40
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.17	.19
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.12	.13
Cubierta de madera de 1 in:		
Sin aislamiento	.26	.29
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.15	.16
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.11
Cubierta de madera de 2.5 in:		
Sin aislamiento	.18	.20
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.12	.13
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.09	.10
Cubierta de madera de 4 in:		
Sin aislamiento	.14	.15
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.10	.10
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.08	.08
Cubierta de concreto ligero de 4 in:		
Sin aislamiento	.14	.15
Cubierta de concreto ligero de 6 in:		
Sin aislamiento	.10	.11
Cubierta de concreto ligero de 8 in:		
Sin aislamiento	.08	.09
Cubierta de concreto normal de 2 in:		
Sin aislamiento	.32	.38
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.17	.19
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.12
Cubierta de concreto normal de 4 in:		
Sin aislamiento	.30	.36
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.16	.18
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.12
Cubierta de concreto normal de 6 in:		
Sin aislamiento	.28	.33
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.16	.17
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.12

TABLA A.7. (Continuación)

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -°F	
	Verano	Invierno
TECHO - CIELO RASO (techo inclinado, marco de madera, cielo terminado en largueros) Sin aislamiento Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.28 .05	.29 .05
TECHO-TAPANCO-CIELO RASO (tapanco con ventilación natural) Sin aislamiento Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.15 .04	.29 .05
PISOS		
Piso sobre espacio no acondicionado, sin cielo raso Marco de madera: Sin aislamiento Aislamiento R-7 (2 a 2 1/2 in)	.33 .09	.27 .08
Cubierta de concreto: Sin aislamiento Aislamiento R-7	.59 .10	.43 .09
PUERTAS		
Madera maciza: de 1 in de espesor de 1 1/2 in de espesor de 2 in de espesor	.61 .47 .42	.64 .49 .43
Acero: de 1 1/2 in de espesor con relleno de lana mineral de 1 1/2 in de espesor con relleno de poliestireno de 1 1/2 in de espesor con relleno de espuma de uretano	.58 .46 .39	.59 .47 .40

Imagen 14. Cambios de aire por hora que se presentan bajo condiciones promedio en residencias. Excluyendo el aire de ventilación.

TABLA 3.5. CAMBIOS DE AIRE POR HORA QUE SE PRESENTAN BAJO CONDICIONES PROMEDIO EN RESIDENCIAS, EXCLUYENDO EL AIRE DE VENTILACIÓN

Tipo de recinto	Vidrio sencillo sin cinta hermética	Guardaventana o con cinta hermética
Sin ventanas ni puertas exteriores	0.5	0.3
Puertas o ventanas exteriores de un lado	1	0.7
Puertas o ventanas exteriores en dos lados	1.5	1
Ventanas o puertas exteriores en tres lados	2	1.3
Vestíbulos de entrada	2	1.3

Imagen 15. Coeficiente global U de transferencia de calor para el vidrio ($\text{Btu/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$)

TABLA A.8. COEFICIENTE GLOBAL U DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA EL VIDRIO ($\text{BTU/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$)

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior	Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior
Vidrio plano vidrio sencillo	1.10	1.04	0.73	Vidrio plano vidrio sencillo	1.23	0.83	0.96
vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4"*	0.58	0.61	0.49	vidrio aislante — doble espacio de aire de 1/4"*	0.65	0.54	0.59
espacio de aire de 1/2"	0.49	0.56	0.46	espacio de aire de 1/2"*	0.59	0.49	0.56
espacio de aire de 1/2", recubrimiento de baja emisión [†]				recubrimiento de baja emisión [†]			
e = 0.20	0.32	0.38	0.32	e = 0.20	0.48	0.36	0.39
e = 0.40	0.38	0.45	0.38	e = 0.40	0.42	0.42	0.45
e = 0.60	0.43	0.51	0.42	e = 0.60	0.56	0.46	0.50
Vidrio aislante - triple [‡]				Tragaluz*			
Espacio de aire de 1/4"*	0.39	0.44	0.38	11 x 11 x 3 in espesor con divisor de cavidad	0.53	0.35	0.44
espacio de aire de 1/2"*	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in espesor con divisor de cavidad	0.51	0.34	0.42
ventanas dobles espacio de aire de 1" a 4"*	0.50	0.50	0.44	Domos de plástico [§]			
Lámina de plástico sencilla				de pared sencilla	1.15	0.80	--
1/8" espesor	1.06	0.98	--	de pared doble	0.70	0.46	--
1/4" espesor	0.96	0.89	--	Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/2" espesor	0.81	0.76	--				
unidad aislante - doble							
espacio de aire de 1/4"*	0.55	0.56	--				
espacio de aire de 1/2"*	0.43	0.45	--				
Tragaluz*							
6 x 6 x 4 in espesor	0.60	0.57	0.46				
8 x 8 x 4 in espesor	0.56	0.54	0.44				
— con divisor del hueco	0.48	0.46	0.38				
12 x 12 x 4 in espesor	0.52	0.50	0.41				
— con divisor del hueco	0.44	0.42	0.36				
12 x 12 x 2 in espesor	0.60	0.57	0.46				

* vidrio de 1/8"
 † vidrio de 1/4"
 ‡ recubrimiento en ambas superficies del vidrio que dan al espacio de aire
 § diseño de la ventana: vidrio de 1/4" - vidrio de 1/8" - vidrio de 1/4"
 *dimensiones nominales
 † basados en la superficie de la abertura
 § con aislamiento térmico

TABLA A.5. RESISTENCIA TÉRMICA R DE SUPERFICIES CON PELÍCULAS Y ESPACIOS DE AIRE ($\text{h-ft}^2\text{-}^\circ\text{F/BTU}$)

Superficies con películas de aire		
	Dirección del flujo de calor	Valor de R
AIRE INMOVIL (superficie interiores)		
Horizontales	Hacia arriba	0.61
Inclinadas a 45 grados	Hacia arriba	0.62
Verticales	Horizontal	0.68
Inclinadas a 45 grados	Hacia abajo	0.76
Horizontales	Hacia abajo	0.92
AIRE EN MOVIMIENTO (superficies exteriores)		
Viento de 15 mph (24 km/h)	Cualquiera	0.17
Viento de 7.5 mph (12 km/h)	Cualquiera	0.25

Espacios de aire					
Posición del espacio de aire	Dirección del flujo de calor	Espesor del espacio de aire			
		1/2"	3/4"	1 1/2"	3 1/2"
		Valor -R			
Horizontal	Arriba	0.84	0.87	0.89	0.93
Inclinado a 45°	Arriba	0.90	0.94	0.91	0.96
Vertical	Horizontal	0.91	1.01	1.02	1.01
Horizontal	Abajo	0.92	1.02	1.14	1.21
Inclinado a 45°	Abajo	0.92	1.02	1.09	1.05

Imagen 16. Propiedades termicas, codigos y numero de capas usados en paredes y techos.

Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations

18.37

Table 18 Thermal Properties and Code Numbers of Layers Used in Wall and Roof Descriptions for Tables 16 and 17

Layer ID	Description	Thickness, in.	Conductivity, Btu-in/h-ft ² -°F	Density, lb/ft ³	Specific Heat, Btu/lb-°F	Resistance R, ft ² -°F-h/Btu	Mass, lb/ft ²	Thermal Capacity, Btu/ft ² -°F	Notes
F01	Outdoor surface resistance	—	—	—	—	0.25	—	—	1
F02	Indoor vertical surface resistance	—	—	—	—	0.68	—	—	2
F03	Indoor horizontal surface resistance	—	—	—	—	0.92	—	—	3
F04	Wall air space resistance	—	—	—	—	0.87	—	—	4
F05	Ceiling air space resistance	—	—	—	—	1.00	—	—	5
F06	EIFS finish	0.375	5.00	116.0	0.20	0.08	3.63	0.73	6
F07	1 in. stucco	1.000	5.00	116.0	0.20	0.20	9.67	1.93	6
F08	Metal surface	0.030	314.00	489.0	0.12	0.00	1.22	0.15	7
F09	Opaque spandrel glass	0.250	6.90	158.0	0.21	0.04	3.29	0.69	8
F10	1 in. stone	1.000	22.00	160.0	0.19	0.05	13.33	2.53	9
F11	Wood siding	0.500	0.62	37.0	0.28	0.81	1.54	0.43	10
F12	Asphalt shingles	0.125	0.28	70.0	0.30	0.44	0.73	0.22	
F13	Built-up roofing	0.375	1.13	70.0	0.35	0.33	2.19	0.77	
F14	Slate or tile	0.500	11.00	120.0	0.30	0.05	5.00	1.50	
F15	Wood shingles	0.250	0.27	37.0	0.31	0.94	0.77	0.24	
F16	Acoustic tile	0.750	0.42	23.0	0.14	1.79	1.44	0.20	11
F17	Carpet	0.500	0.41	18.0	0.33	1.23	0.75	0.25	12
F18	Terrazzo	1.000	12.50	160.0	0.19	0.08	13.33	2.53	13
G01	5/8 in. Gyp. Board	0.625	1.11	50.0	0.26	0.56	2.60	0.68	
G02	5/8 in. plywood	0.625	0.80	34.0	0.29	0.78	1.77	0.51	
G03	1/2 in. fiberboard sheathing	0.500	0.47	25.0	0.31	1.06	1.04	0.32	14
G04	1/2 in. wood	0.500	1.06	38.0	0.39	0.47	1.58	0.62	15
G05	1 in. wood	1.000	1.06	38.0	0.39	0.94	3.17	1.24	15
G06	2 in. wood	2.000	1.06	38.0	0.39	1.89	6.33	2.47	15
G07	4 in. wood	4.000	1.06	38.0	0.39	3.77	12.67	4.94	15
I01	R-5, 1 in. insulation board	1.000	0.20	2.7	0.29	5.00	0.23	0.07	16
I02	R-10, 2 in. insulation board	2.000	0.20	2.7	0.29	10.00	0.45	0.13	16
I03	R-15, 3 in. insulation board	3.000	0.20	2.7	0.29	15.00	0.68	0.20	16
I04	R-11, 3 1/2 in. batt insulation	3.520	0.32	1.2	0.23	11.00	0.35	0.08	17
I05	R-19, 6 1/4 in. batt insulation	6.080	0.32	1.2	0.23	19.00	0.61	0.14	17
I06	R-30, 9 1/2 in. batt insulation	9.600	0.32	1.2	0.23	30.00	0.96	0.22	17
M01	4 in. brick	4.000	6.20	120.0	0.19	0.65	40.00	7.60	18
M02	6 in. LW concrete block	6.000	3.39	32.0	0.21	1.77	16.00	3.36	19
M03	8 in. LW concrete block	8.000	3.44	29.0	0.21	2.33	19.33	4.06	20
M04	12 in. LW concrete block	12.000	4.92	32.0	0.21	2.44	32.00	6.72	21
M05	8 in. concrete block	8.000	7.72	50.0	0.22	1.04	33.33	7.33	22
M06	12 in. concrete block	12.000	9.72	50.0	0.22	1.23	50.00	11.00	23
M07	6 in. LW concrete block (filled)	6.000	1.98	32.0	0.21	3.03	16.00	3.36	24
M08	8 in. LW concrete block (filled)	8.000	1.80	29.0	0.21	4.44	19.33	4.06	25
M09	12 in. LW concrete block (filled)	12.000	2.04	32.0	0.21	5.88	32.00	6.72	26
M10	8 in. concrete block (filled)	8.000	5.00	50.0	0.22	1.60	33.33	7.33	27
M11	4 in. lightweight concrete	4.000	3.70	80.0	0.20	1.08	26.67	5.33	
M12	6 in. lightweight concrete	6.000	3.70	80.0	0.20	1.62	40.00	8.00	
M13	8 in. lightweight concrete	8.000	3.70	80.0	0.20	2.16	53.33	10.67	
M14	6 in. heavyweight concrete	6.000	13.50	140.0	0.22	0.44	70.00	15.05	
M15	8 in. heavyweight concrete	8.000	13.50	140.0	0.22	0.48	93.33	20.07	
M16	12 in. heavyweight concrete	12.000	13.50	140.0	0.22	0.89	140.0	30.10	
M17	2 in. LW concrete roof ballast	2.000	1.30	40	0.20	1.54	6.7	1.33	28

Tabla 1. Resumen meteorológico diario para la ciudad de managua.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES														
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA														
INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES														
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA														
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO														
Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /										RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO				
Departamento: MANAGUA										Código: 69027				
Latitud: 12°08'36"										Municipio: MANAGUA				
Año: 2014										Código: 69027				
Parámetro: Brulho Humedo (°C)										Elevación: 86 msnm				
										Tipo: HMP				
										Longitud: 86°09'49"				
										Elevación: 56 msnm				
Di	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	2014	21.5	21.6	21.6	22.1	24.4	24.1	23.9	23.7	23.2	23.7	23.2	23.6	
2	1	22.0	32.9	21.7	33.5	21.9	34.8	22.5	35.3	23.4	35.1	25.1	34.8	23.35.3
3	2	23.0	33.0	21.9	33.2	22.2	33.2	23.0	36.3	24.0	36.6	24.9	35.2	23.66.6
4	3	22.7	32.4	21.7	33.9	22.3	34.5	24.9	36.2	24.3	35.4	23.9	35.7	23.66.2
5	4	22.1	32.3	21.2	33.5	21.9	34.1	22.6	36.4	23.7	37.1	24.5	34.3	23.67.1
6	5	21.6	32.7	20.9	33.6	23.0	33.9	23.5	36.0	24.1	35.0	24.0	35.5	23.66.1
7	6	22.1	32.1	21.1	33.1	22.5	34.9	24.2	35.5	24.3	36.1	24.2	36.0	23.66.1
8	7	22.4	32.7	21.7	33.2	22.8	35.0	22.9	36.3	24.2	35.5	24.0	36.3	23.66.3
9	8	21.4	32.0	21.7	33.5	22.4	35.1	21.7	37.1	23.8	36.8	24.6	36.1	22.97.1
10	9	21.8	32.9	22.1	31.5	22.1	35.1	22.7	36.3	23.3	36.2	24.4	36.3	23.66.3
11	10	21.8	33.3	23.0	33.5	22.4	35.2	21.6	34.0	23.3	35.4	24.5	34.9	23.65.4
12	11	21.0	33.3	23.1	33.8	21.2	35.0	21.3	35.8	22.5	35.7	24.3	35.4	23.65.8
13	12	21.9	33.2	22.6	34.5	21.6	34.8	23.2	36.4	23.0	36.4	24.5	36.7	23.66.7
14	13	22.2	33.3	22.1	34.7	22.0	35.1	24.0	35.8	23.9	36.2	23.9	36.3	23.66.3
15	14	20.7	33.1	21.7	34.3	22.3	34.6	23.7	35.7	23.9	35.7	23.2	32.5	23.65.7
16	15	20.5	31.9	21.6	34.5	21.5	35.1	22.6	37.0	23.8	36.7	23.4	33.5	23.137
17	16	21.2	32.7	21.7	33.9	22.4	35.0	22.5	36.1	23.8	36.5	23.5	33.4	23.66.5
18	17	21.0	32.7	21.3	34.5	22.2	35.3	22.6	36.5	23.5	35.0	23.5	32.2	23.66.5
19	18	21.1	30.8	21.8	34.2	22.3	35.3	23.0	36.5	23.5	35.7	23.4	34.3	23.66.5
20	19	22.0	32.9	21.9	33.5	22.0	35.3	23.3	36.1	24.1	36.7	23.9	34.7	23.66.7
21	20	20.9	32.6	22.4	33.1	22.4	35.9	23.4	36.8	23.8	36.5	24.6	35.1	23.66.8
22	21	20.8	31.9	21.5	33.5	21.8	35.5	23.6	36.7	23.9	36.7	23.9	35.6	23.66.7
23	22	21.8	32.7	21.5	32.9	22.7	35.6	23.1	36.7	24.0	35.8	23.5	33.7	23.66.7
24	23	21.9	32.9	20.8	34.5	22.9	36.3	24.3	35.2	24.1	34.9	23.4	31.1	23.66.3
25	24	21.6	32.1	21.1	34.4	22.6	36.5	23.3	36.5	24.0	34.7	23.1	30.4	23.66.5
26	25	21.3	32.0	21.3	32.5	22.3	35.9	23.8	36.9	23.6	35.6	24.3	32.9	23.66.9
27	26	21.5	31.7	21.5	34.0	21.8	36.7	24.5	37.3	24.3	34.9	24.0	32.8	23.47.3
28	27	21.8	32.3	0.0	34.3	21.2	36.2	24.7	36.4	24.6	36.2	24.0	29.2	21.66.4
29	30	21.4	32.6	-	34.9	21.7	35.7	24.8	37.3	24.4	36.2	23.9	34.3	23.57.3
30	31	21.2	33.1	-	-	22.5	36.1	-	35.9	24.3	35.7	-	34.3	23.66.1
31	Suma	670.5	33.3607.6	-	686.4	34.9696.2	37.1740.3	33.7721.1	33.5741.2	35.5751.9	32.4734.0	32.5734.0	32.5751.5	719.77.1
32	Media	21.6	33.121.0	-	22.1	35.923.2	-	23.934.1	24.0	-	23.935.6	24.333.3	24.5	23.25.9
33	Max	23.0	33.3	33.3	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
34	Min	20.5	32.6	0.0	33.7	21.2	35.2	21.3	36.3	22.5	35.8	23.1	34.2	21.66.5
35	Max	33.3	34.9	36.7	37.3	37.1	36.7	35.7	36.1	34.9	33.7	33.7	34.2	37.3
36	Min	30.8	31.5	33.2	34.0	33.7	29.2	31.8	30.7	31.0	26.2	30.4	31.1	35.3

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO													
Estación:	AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /								Código:	69027			
Departamento:									Municipio:	MANAGUA			
Latitud:	12°08'36"								Longitud:	86°09'49"			
Año:	2014								Elevación:	56 msnm			
Parámetro:	Humedad Relativa (%)								Tipo:	HMP			
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	72	61	58	57	61	74	73	64	78	81	71	75	69
2	67	65	60	55	60	69	74	62	80	83	73	67	68
3	74	67	61	56	58	69	83	67	82	80	75	65	70
4	75	66	61	59	59	68	73	67	80	84	76	69	70
5	72	62	62	58	64	62	76	66	82	84	71	69	69
6	68	64	60	58	58	63	66	67	78	83	68	67	67
7	71	65	61	61	61	60	69	83	82	82	71	65	69
8	72	66	60	59	58	61	67	82	78	84	74	61	69
9	71	71	62	52	61	62	59	83	77	90	80	65	69
10	68	65	60	52	59	66	61	84	78	88	77	67	69
11	66	65	58	55	58	66	64	77	77	87	77	67	68
12	67	66	61	53	57	63	70	80	79	84	78	67	69
13	66	66	55	55	53	66	71	79	81	83	77	68	68
14	71	60	56	59	57	79	71	75	86	82	69	69	70
15	69	61	60	61	65	75	61	72	84	87	75	68	70
16	57	61	58	58	58	73	63	83	81	82	84	69	69
17	61	62	58	56	62	70	71	71	79	81	86	66	69
18	66	61	59	58	62	67	66	80	81	80	80	68	69
19	61	60	59	56	57	65	63	77	81	85	77	71	68
20	62	64	58	56	56	61	60	82	82	83	80	75	68
21	62	65	55	57	60	70	64	81	79	88	76	69	69
22	59	67	57	60	73	72	70	74	82	90	80	69	71
23	59	60	55	59	70	79	60	76	79	82	84	71	70
24	69	62	60	55	69	78	65	74	86	80	78	70	71
25	69	62	59	60	73	67	67	73	87	78	81	70	71
26	66	61	55	65	66	78	68	76	86	81	74	67	70
27	66	61	56	62	64	87	77	80	84	80	69	69	71
28	69	60	54	61	62	68	82	89	80	79	73	71	71
29	69	-	53	61	66	71	71	79	81	80	70	68	70
30	64	-	56	61	69	70	63	78	85	78	72	66	69
31	60	-	58	-	70	-	65	76	-	76	-	62	67
Suma	2068	1776	1805	1735	1926	2079	2113	2357	2435	2565	2276	2110	2143
Media	67	63	58	58	62	69	68	76	81	83	76	68	69
Max	75	71	62	65	73	87	83	89	87	90	86	75	71
Min	57	60	53	52	53	60	59	62	77	76	68	61	67

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO													
Estación:	AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /								Código:	69027			
Departamento:									Municipio:	MANAGUA			
Latitud:	12°08'36"								Longitud:	86°09'49"			
Año:	2015								Elevación:	56 msnm			
Parámetro:	Temperatura Máxima (°C)								Tipo:	HMP			
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	34.0	33.0	34.8	35.3	36.4	34.2	34.2	34.4	35.7	34.7	33.5	33.1	36.4
2	33.0	34.3	33.4	35.8	36.1	36.5	34.8	34.7	33.6	31.3	33.9	33.0	36.5
3	33.5	33.4	34.2	36.3	34.1	34.5	33.7	34.5	33.7	32.3	33.7	34.4	36.3
4	33.3	34.3	34.5	35.9	35.7	32.8	33.5	35.4	34.8	33.9	33.4	34.7	35.9
5	32.7	34.4	35.3	35.9	35.3	32.9	34.1	34.9	34.2	35.0	33.6	31.7	35.9
6	33.0	35.0	33.7	35.1	36.1	34.7	33.7	35.0	33.5	35.5	33.1	34.1	36.1
7	31.4	33.4	33.9	35.7	36.7	30.1	32.8	34.5	32.9	35.9	33.0	33.7	36.7
8	29.7	32.5	34.6	35.8	36.5	27.5	33.1	33.7	35.7	34.2	33.5	33.5	36.5
9	32.7	33.7	35.0	36.5	36.5	33.9	28.3	35.6	34.3	34.9	33.9	34.5	36.5
10	32.1	33.1	32.5	36.9	35.8	31.0	30.2	35.0	32.2	34.0	32.7	33.7	36.9
11	33.5	33.3	35.3	34.8	35.7	33.3	31.3	32.0	34.3	34.1	32.9	32.5	35.7
12	34.2	33.5	35.0	36.8	36.1	32.2	34.2	34.9	34.9	33.6	32.3	34.2	36.8
13	33.6	33.9	36.0	36.8	35.5	33.3	33.1	34.1	34.0	33.6	33.4	34.3	36.8
14	33.8	32.3	33.5	36.7	36.1	34.4	32.5	35.2	35.7	32.7	33.2	33.9	36.7
15	31.7	32.5	33.7	35.4	34.7	34.7	33.5	33.0	36.4	32.5	33.7	33.7	36.4
16	33.3	33.8	35.1	36.8	35.7	33.1	32.9	30.9	36.6	31.9	33.3	34.3	36.8
17	31.8	34.0	32.9	36.5	33.6	34.6	34.4	35.3	35.3	31.1	33.5	34.3	36.5
18	32.8	34.5	34.0	36.5	33.6	34.5	34.5	35.9	33.3	31.5	34.0	34.7	36.5
19	33.7	34.3	34.5	36.5	33.7	33.2	33.5	35.1	33.2	33.7	33.6	33.7	36.5
20	32.4	32.5	34.7	36.5	35.4	33.3	32.6	35.5	34.8	32.7	29.7	33.3	36.5
21	33.9	32.7	35.3	37.0	34.5	33.1	33.2	36.0	35.0	33.6	31.7	33.9	37
22	33.5	35.0	34.9	37.5	32.5	34.6	32.0	33.4	33.6	33.7	31.7	35.0	37.5
23	33.5	34.0	35.2	37.1	34.1	33.0	31.7	32.1	31.3	33.6	33.1	34.2	37.1
24	33.2	34.6	35.5	37.3	34.3	35.0	33.0	35.3	30.3	33.6	33.7	35.2	37.3
25	33.1	34.6	35.5	36.5	32.9	33.9	34.9	35.5	32.2	33.6	32.9	33.9	36.5
26	33.0	34.5	35.2	36.0	34.9	33.7	34.5	35.0	33.7	33.1	33.2	34.6	36
27	33.6	35.5	35.6	36.1	34.3	34.7	34.8	35.7	33.1	33.3	32.7	34.1	36.1
28	32.8	35.1	35.1	37.2	34.8	34.8	34.5	35.3	34.2	33.3	33.2	35.2	37.2
29	32.7	-	36.7	37.3	33.9	33.5	34.7	35.4	34.3	33.7	33.0	34.5	37.3
30	32.6	-	35.5	30.4	34.3	34.6	33.9	36.5	34.4	34.0	33.3	35.5	36.5
31	32.5	-	35.6	-	35.1	-	34.0	36.4	-	33.5	-	33.0	36.4
Suma	1020.6	947.7	1076.7	1084.9	1084.9	1005.6	1032.1	1076.2	1021.2	1038.1	992.4	1054.4	1133.8
Media	32.9	33.8	34.7	36.2	35.0	33.5	33.3	34.7	34.0	33.5	33.1	34.0	36.6
Max	34.2	35.5	36.7	37.5	36.7	36.5	34.9	36.5	36.6	35.9	34.0	35.5	37.5
Min	29.7	32.3	32.5	30.4	32.5	27.5	28.3	30.9	30.3	31.1	29.7	31.7	35.7



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación:	AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /								Código:	69027				
Departamento:									Municipio:	MANAGUA				
Latitud:	12°08'36"								Longitud:	86°09'49"				
Año:	2015								Elevación:	56 msnm				
Parámetro:	Temperatura Media (°C)								Tipo:	HMP				
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media	
1	28.7	27.2	28.7	29.6	29.7	29.2	28.7	27.9	28.0	28.8	28.6	27.3	28.5	
2	27.6	28.1	28.1	29.3	24.0	30.5	29.3	28.9	27.8	27.1	28.8	27.3	28.1	
3	27.9	27.3	28.1	29.5	29.2	28.1	29.3	29.4	27.6	27.3	28.5	27.9	28.3	
4	28.0	27.8	28.1	30.0	30.0	27.6	28.0	29.4	27.7	28.3	28.0	29.3	28.5	
5	27.8	27.9	28.8	28.6	29.9	27.8	28.8	29.6	28.7	29.0	28.0	27.7	28.6	
6	28.1	28.5	26.9	28.9	30.5	28.2	27.8	29.9	28.6	29.5	27.6	29.1	28.6	
7	27.0	27.5	27.3	29.7	30.9	27.0	28.2	29.2	28.5	29.6	27.9	28.3	28.4	
8	26.8	27.1	28.3	29.6	31.2	25.8	26.7	29.0	28.5	28.5	28.0	27.6	28.1	
9	26.7	27.2	28.3	29.2	30.6	27.5	25.8	28.9	27.1	27.8	28.2	28.2	28.0	
10	27.2	26.9	27.5	29.6	29.9	25.9	27.1	27.6	26.7	27.3	28.0	28.6	27.7	
11	27.3	27.9	28.5	29.5	30.3	26.8	26.0	27.8	28.7	27.4	26.9	28.1	27.9	
12	27.7	27.4	29.0	30.0	30.6	27.7	27.9	28.4	28.3	27.5	27.4	28.4	28.4	
13	28.0	28.2	28.8	30.3	30.1	27.6	28.0	28.5	29.0	28.2	28.2	28.3	28.6	
14	26.7	27.2	26.9	30.2	30.0	28.9	27.9	28.2	28.8	27.2	27.5	28.5	28.2	
15	26.1	26.8	27.8	29.8	29.5	28.9	28.3	27.7	29.6	26.9	27.5	28.1	28.1	
16	28.1	27.2	28.8	30.2	29.0	28.3	28.5	26.5	29.5	26.8	28.0	28.0	28.2	
17	26.4	28.2	27.4	29.8	27.1	29.2	29.2	29.2	29.9	27.2	28.6	28.2	28.4	
18	27.3	28.5	28.2	30.1	27.8	28.5	26.8	29.7	28.4	27.9	28.1	28.4	28.3	
19	27.3	28.2	27.6	30.6	28.7	28.7	27.2	29.5	27.7	28.4	27.8	28.7	28.4	
20	27.3	26.2	28.6	30.3	29.2	28.8	27.8	29.5	29.3	27.0	26.0	28.6	28.2	
21	27.0	26.6	28.3	31.2	29.0	29.0	27.7	30.1	28.6	28.1	27.3	28.5	28.5	
22	27.3	28.4	28.5	31.0	27.8	28.9	27.4	27.0	28.0	28.6	27.1	28.7	28.2	
23	27.1	28.1	28.7	31.0	29.0	28.6	26.2	27.6	26.7	28.8	27.9	28.4	28.2	
24	27.4	28.1	28.8	30.2	29.3	29.2	27.9	29.3	27.1	28.1	27.8	28.8	28.5	
25	26.9	27.9	28.9	30.0	27.9	29.3	29.6	28.6	27.8	28.2	27.5	28.4	28.4	
26	27.0	27.8	29.0	30.1	29.6	29.7	28.6	29.2	28.9	28.2	28.0	28.9	28.8	
27	27.3	27.9	29.0	30.8	29.1	29.4	28.8	29.4	27.8	28.1	27.5	28.3	28.6	
28	26.4	28.8	29.7	31.5	29.3	29.1	29.0	29.1	28.6	28.1	27.6	28.2	28.8	
29	26.7	-	30.0	31.8	28.7	28.9	28.7	29.3	29.2	28.7	26.8	28.6	28.9	
30	27.0	-	29.2	27.4	28.8	29.5	28.3	28.8	29.4	28.0	27.0	29.2	28.4	
31	26.6	-	29.2	-	29.0	-	27.8	28.5	-	28.1	-	28.7	28.3	
Suma	844.7	774.9	881.0	899.8	905.7	852.6	867.3	891.7	850.5	868.7	832.1	879.3	878.9	
Media	27.2	27.7	28.4	30.0	29.2	28.4	28.0	28.8	28.4	28.0	27.7	28.4	28.4	
Max	28.7	28.8	30.0	31.8	31.2	30.5	29.6	30.1	29.9	29.6	28.8	29.3	28.9	
Min	26.1	26.2	26.9	27.4	24.0	25.8	25.8	26.5	26.7	26.8	26.0	27.3	27.7	

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO													
Estación:	AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /								Código:	69027			
Departamento:									Municipio:	MANAGUA			
Latitud:	12°08'36"								Longitud:	86°09'49"			
Año:	2015								Elevación:	56 msnm			
Parámetro:	Humedad Relativa (%)								Tipo:	HMP			
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	61	66	55	56	69	68	67	77	78	78	74	67	68
2	68	61	59	57	69	64	68	68	75	81	76	71	68
3	70	63	58	57	67	78	67	64	73	82	72	75	69
4	66	60	60	56	64	82	74	65	76	76	75	69	69
5	63	60	61	61	61	81	73	68	71	74	76	73	69
6	62	62	69	57	60	79	75	63	69	70	78	64	67
7	64	60	59	53	62	83	68	66	70	67	75	66	66
8	61	63	54	55	58	87	79	69	72	73	76	70	68
9	64	68	56	57	60	78	86	71	81	76	76	67	70
10	65	67	64	58	62	88	79	77	82	80	78	70	73
11	67	65	63	63	59	84	84	72	73	79	80	71	72
12	70	58	62	59	61	80	75	68	76	77	77	71	70
13	64	55	58	61	61	80	72	70	75	78	75	73	69
14	69	50	64	61	60	76	73	73	69	81	78	71	69
15	74	51	61	61	59	72	70	75	69	84	76	72	69
16	61	56	51	60	64	75	73	80	70	85	74	71	68
17	65	62	62	61	75	71	67	71	66	81	73	69	69
18	60	61	58	61	68	79	78	64	79	80	63	70	68
19	58	61	61	58	66	74	80	66	79	77	82	67	69
20	64	59	59	58	65	73	71	68	73	82	88	68	69
21	66	60	60	59	66	66	75	63	74	78	76	66	67
22	66	58	60	60	74	67	76	80	76	77	76	68	70
23	63	63	59	55	67	68	85	80	83	76	74	73	71
24	61	61	59	55	62	71	74	65	79	77	71	68	67
25	65	64	59	56	71	70	63	70	80	76	72	67	68
26	63	61	59	58	59	67	68	71	72	77	67	64	66
27	63	62	58	61	61	62	67	71	80	77	71	67	67
28	54	56	56	61	61	71	68	69	80	80	70	70	66
29	52	-	53	67	64	73	70	69	76	75	66	69	67
30	56	-	58	82	63	63	72	71	74	80	67	67	68
31	61	-	56	-	68	-	69	77	-	78	-	67	68
Suma	1966	1693	1831	1784	1986	2230	2266	2181	2250	2412	2232	2141	2121
Media	63	60	59	59	64	74	73	70	75	78	74	69	68
Max	74	68	69	82	75	88	86	80	83	85	88	75	73
Min	52	50	51	53	58	62	63	63	66	67	63	64	66



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA

Código: 69027

Departamento:

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2016

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Media (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	28.3	28.2	28.4	29.6	30.4	27.4	26.6	28.3	27.2	28.5	26.9	27.7	28.1
2	28.3	28.1	28.3	30.0	30.1	28.0	27.7	28.6	27.5	27.7	26.1	27.9	28.2
3	27.4	27.5	28.3	30.8	30.1	26.6	27.7	27.9	28.7	26.7	26.9	27.5	28.0
4	28.1	28.0	29.0	30.5	29.9	25.7	28.2	27.2	26.6	26.3	27.0	27.1	27.8
5	28.5	28.5	28.9	31.3	30.3	25.5	28.6	28.8	24.9	26.7	27.5	27.1	28.1
6	27.8	28.2	28.9	30.0	28.6	26.6	28.3	29.2	26.7	27.6	27.2	27.6	28.1
7	27.7	26.8	29.5	30.0	28.7	28.3	27.9	29.5	28.3	26.8	26.8	27.2	28.1
8	28.1	26.3	29.4	30.5	29.2	28.0	27.3	28.8	27.8	26.7	26.3	26.7	27.9
9	27.2	27.7	29.4	30.0	29.8	27.3	26.1	30.5	27.9	26.3	26.6	26.7	28.0
10	28.0	27.0	29.2	29.8	30.0	27.8	28.6	29.7	29.0	27.2	28.2	27.1	28.5
11	27.2	27.0	29.8	30.3	31.0	26.1	26.0	26.9	28.3	28.4	27.3	26.0	27.9
12	27.4	28.4	29.7	30.2	30.7	24.8	27.4	28.0	26.9	27.8	27.3	24.0	27.7
13	27.4	27.7	29.2	30.5	30.2	27.8	27.9	28.2	27.3	27.7	27.1	25.3	28.0
14	27.8	28.4	28.8	30.7	31.1	28.2	28.1	26.0	27.3	27.1	27.3	26.3	28.1
15	27.2	28.5	29.2	30.1	30.5	27.0	28.1	26.1	27.2	27.5	27.0	26.2	27.9
16	27.3	28.8	29.6	30.0	30.1	28.3	27.3	28.1	27.3	26.6	27.1	27.1	28.1
17	28.1	29.0	29.0	30.6	29.8	27.6	26.4	28.3	26.8	26.8	27.0	26.7	28.0
18	27.6	28.5	29.8	30.7	28.4	28.0	26.9	28.6	27.4	25.4	27.3	25.7	27.9
19	26.1	28.9	30.3	31.3	29.4	29.0	25.5	28.6	27.8	25.4	27.8	26.5	28.1
20	27.5	27.3	30.5	30.4	30.6	29.1	27.8	28.5	27.3	25.4	27.0	27.8	28.3
21	28.1	28.4	31.2	30.7	30.6	27.2	27.9	26.5	27.3	26.0	25.3	27.5	28.1
22	28.1	28.5	30.2	31.5	30.3	27.8	27.1	27.4	26.9	27.5	25.7	27.2	28.2
23	28.2	28.9	29.9	31.8	31.0	27.5	28.0	27.7	27.1	27.9	25.9	26.9	28.4
24	26.6	29.1	29.5	32.4	31.7	27.9	28.7	28.5	27.3	27.5	26.6	26.2	28.5
25	27.2	29.7	30.1	31.8	31.7	26.5	27.8	29.0	27.3	27.3	27.6	25.8	28.5
26	28.3	29.3	30.7	30.7	31.6	28.2	28.3	29.0	27.5	27.4	27.7	25.9	28.7
27	28.1	28.0	30.4	28.8	30.8	27.1	28.4	28.4	28.0	27.5	28.5	26.8	28.4
28	28.0	27.6	30.4	30.0	29.1	27.4	28.8	28.9	27.7	27.9	27.4	27.1	28.4
29	27.6	28.1	30.4	30.7	29.5	28.2	27.7	28.5	28.0	26.9	26.9	27.1	28.3
30	27.3	-	30.1	29.5	28.0	27.9	28.1	27.7	28.5	27.8	27.2	27.3	28.1
31	27.5	-	30.7	-	27.9	-	27.7	28.4	-	28.3	-	25.9	28.1
Suma	858.0	816.4	918.8	915.2	931.1	822.8	856.9	875.8	823.8	840.6	810.5	827.9	872.2
Media	27.7	28.2	29.6	30.5	30.0	27.4	27.6	28.3	27.5	27.1	27.0	26.7	28.1
Max	28.5	29.7	31.2	32.4	31.7	29.1	28.8	30.5	29.0	28.5	28.5	27.9	28.7
Min	26.1	26.3	28.3	28.8	27.9	24.8	25.5	26.0	24.9	25.4	25.3	24.0	27.7



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA

Código: 69027

Departamento:

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2016

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Máxima (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	33.9	34.8	34.0	34.3	36.8	32.9	32.1	35.4	32.7	34.3	31.9	32.6	36.8
2	34.7	34.1	33.8	35.9	35.9	34.2	33.0	33.5	33.7	32.7	29.8	33.6	35.9
3	34.0	34.6	34.1	38.0	36.2	31.5	33.0	31.7	35.3	31.9	32.9	33.3	38.0
4	34.0	35.1	35.2	37.5	34.3	28.9	31.3	31.9	33.9	32.7	32.1	32.8	37.5
5	34.6	34.2	34.9	37.3	34.8	27.3	33.4	34.1	31.2	32.9	31.9	32.3	37.3
6	33.8	34.4	35.2	35.5	36.4	32.3	33.5	35.2	31.7	33.1	32.5	33.2	36.4
7	33.8	32.7	35.5	36.3	34.3	34.1	33.2	35.9	33.5	32.0	33.1	33.5	36.3
8	34.1	32.7	34.7	37.6	34.4	33.5	31.9	35.7	34.4	32.7	32.7	32.4	37.6
9	34.1	33.7	35.7	36.5	35.5	32.8	28.5	36.4	34.1	32.1	31.7	31.9	36.5
10	34.3	33.1	35.7	35.0	35.7	33.7	34.5	36.1	35.3	32.1	33.5	32.7	36.1
11	32.8	32.5	36.5	36.6	37.5	32.4	30.1	34.0	34.1	32.9	31.9	30.8	37.5
12	33.6	34.1	35.8	36.1	37.5	27.1	34.2	33.5	31.4	33.2	32.7	26.2	37.5
13	33.7	33.9	34.5	36.8	35.8	33.5	35.0	34.3	33.5	33.9	31.7	30.1	36.8
14	33.9	34.5	35.1	36.7	37.1	33.9	34.9	31.2	33.3	32.1	32.7	32.5	37.1
15	33.9	34.6	35.7	36.7	36.3	33.6	34.8	31.3	32.6	32.7	32.9	30.7	36.7
16	33.7	35.7	35.5	37.0	36.5	34.3	32.1	33.6	32.1	31.1	31.7	32.3	37.0
17	34.8	34.3	35.8	36.5	36.7	34.0	29.3	33.5	32.9	32.3	32.5	31.4	36.7
18	32.5	32.9	36.0	36.9	35.6	33.6	33.1	33.7	33.8	30.3	32.7	31.4	36.9
19	32.3	34.5	36.9	37.5	35.6	34.5	28.7	34.5	33.3	28.5	32.9	33.5	37.5
20	34.1	32.5	36.5	36.5	36.5	34.7	34.0	35.2	34.1	28.9	32.5	33.3	36.5
21	34.3	35.4	37.0	36.8	36.7	33.3	32.7	32.0	32.9	29.1	32.2	33.2	37.0
22	34.0	34.1	37.0	37.7	36.2	32.8	34.6	32.7	32.2	32.0	32.3	32.5	37.7
23	33.3	34.6	35.5	37.5	36.7	31.5	32.9	34.4	33.2	33.5	30.9	32.7	37.5
24	33.4	35.3	36.2	38.1	37.0	34.1	34.9	33.8	33.3	32.9	31.9	30.1	38.1
25	32.2	35.6	37.0	36.5	37.6	32.5	34.4	35.5	33.4	32.7	33.0	31.6	37.6
26	34.4	35.4	37.0	36.9	37.7	33.3	35.3	35.3	32.7	32.5	32.7	30.9	37.7
27	34.2	33.1	37.0	33.5	36.5	33.0	34.9	34.5	33.2	32.3	34.4	32.5	37.0
28	34.3	34.1	36.3	35.5	35.1	31.3	34.5	34.6	33.9	34.1	33.1	30.8	36.3
29	33.5	34.5	36.5	35.7	36.5	33.6	34.0	35.0	33.9	30.9	32.1	32.5	36.5
30	34.0	-	36.5	34.9	34.2	33.0	34.4	32.9	34.4	33.1	32.1	32.5	36.5
31	34.0	-	36.6	-	34.2	-	32.1	34.5	-	33.5	-	31.5	36.6
Suma	1048.2	991.0	1109.7	1094.3	1117.8	981.2	1025.3	1055.9	1000.0	999.0	971.0	991.3	1147.1
Media	33.8	34.2	35.8	36.5	36.1	32.7	33.1	34.1	33.3	32.2	32.4	32.0	37.0
Max	34.8	35.7	37.0	38.1	37.7	34.7	35.3	36.4	35.3	34.3	34.4	33.6	38.1
Min	32.2	32.5	33.8	33.5	34.2	27.1	28.5	31.2	31.2	28.5	29.8	26.2	35.9



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA

Código: 69027

Departamento:

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2016

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Humedad Relativa (%)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	65	67	65	65	70	82	86	70	81	74	84	73	74
2	64	68	65	64	71	76	76	70	77	78	84	71	72
3	68	72	69	61	67	86	75	79	74	84	83	73	74
4	66	66	69	57	70	92	74	82	82	85	82	78	75
5	63	65	63	52	71	90	73	72	87	82	76	79	73
6	66	62	65	59	78	84	74	69	80	79	73	73	72
7	70	67	64	59	65	76	75	68	71	83	69	71	70
8	66	65	66	51	55	79	78	74	73	83	74	73	70
9	67	59	67	55	60	80	80	65	75	86	78	71	70
10	65	60	67	58	59	75	68	66	74	80	74	68	68
11	66	59	65	58	60	85	82	78	75	77	76	76	71
12	70	58	59	58	60	89	74	73	82	78	74	89	72
13	68	64	55	59	63	74	74	72	81	78	76	81	70
14	67	63	58	55	59	73	71	85	83	81	74	79	71
15	66	67	56	55	61	81	73	86	82	79	77	74	71
16	68	65	54	59	66	72	77	74	81	84	74	71	70
17	67	63	59	56	67	76	77	74	83	85	74	72	71
18	64	65	56	59	75	77	77	71	79	89	73	83	72
19	66	65	58	53	71	74	86	70	77	90	70	71	71
20	62	72	60	57	68	69	69	71	75	89	66	64	69
21	60	69	54	56	63	77	72	82	78	86	65	64	69
22	68	70	53	54	63	75	76	74	79	78	63	63	68
23	61	71	54	56	65	78	72	72	78	70	70	66	68
24	55	66	58	56	69	74	68	73	78	74	70	73	68
25	56	63	57	59	65	80	73	71	79	75	77	79	70
26	60	59	55	64	63	71	69	71	80	76	79	77	69
27	66	65	56	77	62	75	68	76	77	76	71	69	70
28	64	65	58	70	73	74	69	75	77	77	70	66	70
29	68	59	58	68	72	73	76	74	74	84	74	66	71
30	68	-	55	73	80	77	70	78	71	77	77	61	72
31	70	-	55	-	81	-	71	73	-	79	-	66	71
Suma	2020	1879	1853	1783	2072	2344	2303	2288	2343	2496	2227	2240	2189
Media	65	65	60	59	67	78	74	74	78	81	74	72	71
Max	70	72	69	77	81	92	86	86	87	90	84	89	75
Min	55	58	53	51	55	69	68	65	71	70	63	61	68



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA

Código: 69027

Departamento: MANAGUA

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2017

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Máxima (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	34.1	32.1	34.8	35.5	37.0	34.4	28.4	31.8	33.4	29.6	32.4	32.8	37.0
2	33.9	32.0	35.2	36.7	36.6	32.2	32.8	32.0	33.6	29.9	32.6	32.8	36.7
3	33.5	33.9	34.7	35.5	35.1	34.0	32.6	32.6	33.2	30.6	30.8	32.4	35.5
4	30.1	33.2	34.4	37.3	36.4	34.1	31.4	33.2	33.6	32.8	31.4	32.5	37.3
5	32.9	35.0	34.9	36.5	31.5	35.0	31.7	33.4	33.6	25.6	32.8	33.0	36.5
6	33.0	34.8	35.3	37.0	35.3	34.7	31.9	33.2	33.6	29.0	31.6	31.2	37.0
7	33.7	34.5	35.2	36.0	34.0	32.0	31.5	31.8	33.2	30.6	33.0	32.2	36.0
8	33.7	34.5	33.1	35.9	33.5	34.4	31.0	33.6	33.6	32.4	32.8	31.6	35.9
9	30.9	33.7	33.7	35.5	33.6	32.4	32.3	33.6	33.5	32.9	32.0	33.5	35.5
10	32.3	34.9	35.1	35.0	35.1	31.6	32.1	32.4	30.8	32.4	32.8	31.4	35.1
11	31.1	31.9	34.0	35.0	34.0	31.0	31.7	32.0	32.0	32.4	33.1	30.2	35.0
12	31.6	34.3	35.3	35.1	34.1	34.0	31.6	33.4	33.0	33.2	33.6	30.0	35.3
13	31.7	33.3	35.8	35.5	33.6	33.4	32.2	32.0	33.6	32.8	33.6	31.5	35.8
14	30.5	33.3	36.5	35.1	34.7	31.2	33.6	33.4	34.5	31.4	31.8	31.6	36.5
15	31.8	33.3	35.1	35.7	31.6	31.3	33.8	34.0	34.0	32.0	30.4	31.6	35.7
16	31.2	34.7	33.3	36.7	31.4	30.3	33.0	34.0	35.0	32.4	30.6	31.9	36.7
17	31.4	33.4	32.7	37.5	33.2	31.4	30.6	32.8	32.8	33.6	31.7	31.2	37.5
18	33.2	33.3	35.5	37.0	34.6	28.2	29.0	33.9	33.2	33.6	31.5	32.6	37.0
19	30.3	33.8	34.5	35.8	34.2	30.4	32.4	34.8	32.6	31.9	32.2	31.6	35.8
20	32.2	34.2	33.3	36.0	33.6	31.8	30.4	33.0	32.6	32.6	32.6	32.4	36.0
21	31.9	34.6	33.9	36.2	30.7	31.7	31.4	33.4	32.2	32.4	32.2	33.5	36.2
22	33.3	35.4	35.1	35.8	31.6	30.6	32.5	34.0	31.9	33.4	30.4	31.4	35.8
23	33.6	34.3	35.4	37.6	33.4	32.8	33.4	34.9	30.8	33.6	31.5	32.4	37.6
24	32.7	33.5	35.0	36.6	34.0	33.4	32.4	32.4	30.8	31.6	32.4	29.0	36.6
25	32.3	34.7	35.6	36.7	34.8	31.9	34.4	32.7	31.4	30.8	32.6	31.8	36.7
26	32.8	35.0	35.1	35.5	32.1	30.6	32.7	33.4	32.0	30.2	33.4	32.4	35.5
27	31.9	35.1	34.5	35.9	33.4	33.0	32.0	34.2	31.9	28.9	33.4	31.2	35.9
28	34.3	33.5	35.8	37.5	33.8	33.4	33.4	33.6	32.2	30.2	31.8	31.8	37.5
29	33.3	-	34.9	37.5	33.6	32.8	33.4	33.0	32.6	31.4	33.6	31.4	37.5
30	33.3	-	35.6	37.3	33.8	33.0	32.0	32.0	33.0	32.0	33.6	32.6	37.3
31	33.0	-	36.3	-	33.2	-	31.8	32.6	-	31.8	-	32.2	36.3
Suma	1005.5	950.2	1079.6	1086.9	1047.5	971.0	993.4	1027.1	984.2	978.0	968.2	987.7	1126.7
Media	32.4	33.9	34.8	36.2	33.8	32.4	32.0	33.1	32.8	31.5	32.3	31.9	36.3
Max	34.3	35.4	36.5	37.6	37.0	35.0	34.4	34.9	35.0	33.6	33.6	33.5	37.6
Min	30.1	31.9	32.7	35.0	30.7	28.2	28.4	31.8	30.8	25.6	30.4	29.0	35.0



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA

Código: 69027

Departamento: MANAGUA

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2017

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Media (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	27.1	25.8	28.6	29.6	31.0	29.0	25.7	26.7	27.5	26.1	27.4	27.1	27.6
2	27.8	26.4	28.4	30.4	30.3	28.0	27.5	27.8	27.3	26.0	27.5	26.4	27.8
3	26.7	27.3	27.4	30.4	28.7	28.3	27.3	27.6	26.8	26.7	26.5	26.2	27.5
4	26.2	27.2	28.0	31.0	29.7	28.7	26.6	28.6	27.9	26.8	26.5	26.5	27.8
5	26.9	27.9	28.2	30.7	27.1	28.5	26.3	26.5	27.7	24.4	27.2	27.0	27.4
6	26.2	28.3	28.4	30.5	28.3	28.9	26.7	27.0	28.1	25.4	27.4	25.6	27.6
7	27.1	28.0	28.4	30.2	28.8	27.9	26.3	27.3	28.1	26.6	27.5	26.5	27.7
8	27.8	27.9	27.4	29.5	28.4	27.6	26.8	27.9	28.4	27.8	27.2	26.5	27.8
9	26.4	28.1	27.4	29.2	27.9	26.9	26.8	26.2	28.1	27.9	26.7	26.5	27.3
10	26.3	28.4	28.2	28.8	29.5	25.5	27.3	26.3	26.2	26.8	26.9	25.5	27.1
11	26.2	26.4	28.1	29.3	28.8	26.2	26.9	26.7	26.1	27.3	27.5	24.7	27.0
12	26.8	27.5	29.1	28.4	28.9	27.9	26.6	27.8	27.7	28.9	27.7	24.9	27.7
13	26.7	27.1	29.2	28.9	28.2	28.1	27.0	26.2	28.5	23.0	28.2	25.4	27.2
14	26.1	27.0	29.4	29.0	28.3	26.9	26.8	27.3	28.6	27.5	27.0	25.7	27.5
15	26.4	26.8	29.0	29.2	28.1	26.7	28.0	28.5	28.6	27.0	26.7	25.7	27.6
16	25.0	27.4	27.9	29.5	27.6	26.5	28.2	27.6	28.5	27.6	25.6	25.4	27.2
17	26.0	27.0	27.3	30.2	27.8	26.6	26.3	27.7	27.5	28.3	26.3	26.3	27.3
18	26.3	27.2	28.8	29.8	28.9	25.9	26.1	28.5	27.2	26.8	25.5	26.7	27.3
19	25.7	27.4	28.1	29.7	28.5	25.7	26.1	28.3	26.7	27.7	25.5	26.1	27.1
20	26.4	27.6	27.8	29.7	29.1	27.1	25.9	27.4	26.6	27.5	26.5	27.1	27.4
21	26.3	27.7	27.9	30.5	26.3	27.2	27.2	28.2	27.4	27.7	26.8	27.5	27.6
22	25.0	28.5	28.3	30.5	26.8	26.8	27.7	29.2	27.0	28.1	26.3	25.7	27.5
23	25.9	28.5	28.8	30.7	27.6	27.5	28.5	27.8	26.9	28.6	27.0	26.4	27.9
24	26.8	27.3	28.5	30.6	28.8	28.3	27.9	26.5	25.3	27.3	26.8	25.5	27.5
25	25.8	27.3	28.6	30.8	28.9	27.9	27.7	26.9	25.9	25.7	27.1	26.6	27.4
26	26.1	28.3	28.9	30.5	26.6	26.8	26.5	27.6	26.3	25.6	28.1	26.4	27.3
27	27.1	28.9	28.4	29.9	28.3	26.3	27.2	27.1	27.3	25.2	27.7	26.5	27.5
28	27.9	27.2	28.8	30.6	28.7	27.3	27.6	27.6	26.9	26.1	26.0	26.0	27.6
29	27.4	-	28.3	31.5	27.9	27.9	26.8	27.6	27.3	26.1	27.6	24.9	27.6
30	27.9	-	29.1	30.9	27.6	27.4	27.0	26.3	27.4	26.9	27.3	26.9	27.7
31	27.6	-	29.9	-	28.4	-	26.5	26.5	-	26.8	-	26.8	27.5
Suma	823.9	770.4	880.6	900.5	879.8	820.3	835.8	849.2	819.8	830.2	808.0	811.0	851.9
Media	26.6	27.5	28.4	30.0	28.4	27.3	27.0	27.4	27.3	26.8	26.9	26.2	27.5
Max	27.9	28.9	29.9	31.5	31.0	29.0	28.5	29.2	28.6	28.9	28.2	27.5	27.9
Min	25.0	25.8	27.3	28.4	26.3	25.5	25.7	26.2	25.3	23.0	25.5	24.7	27.0



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA

Código: 69027

Departamento: MANAGUA

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

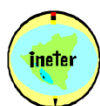
Años: 2017

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Humedad Relativa (%)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	69	72	61	61	63	75	88	84	78	84	77	71	74
2	64	69	60	63	66	80	78	76	83	86	79	72	73
3	69	62	66	65	72	78	80	79	86	86	82	74	75
4	74	65	56	59	68	77	84	77	79	85	81	75	73
5	65	65	58	57	81	77	85	87	77	94	82	75	75
6	67	61	61	59	74	77	82	84	73	85	79	83	74
7	67	60	63	54	72	80	85	85	81	84	76	78	74
8	61	60	66	53	72	83	79	79	75	79	73	79	72
9	59	62	66	56	76	88	82	86	76	80	75	80	74
10	55	61	57	59	70	90	79	85	86	80	77	66	72
11	62	65	62	58	74	85	77	81	87	77	78	65	73
12	65	60	61	61	74	79	78	76	80	80	78	68	72
13	60	61	60	59	78	78	76	85	79	80	77	64	71
14	62	62	59	59	78	82	77	81	79	82	84	70	73
15	65	65	58	57	82	84	76	76	77	81	85	75	73
16	76	62	61	59	83	86	75	77	76	78	86	81	75
17	73	62	64	62	81	85	85	78	83	79	78	77	76
18	68	62	60	62	73	89	83	75	82	83	75	78	74
19	70	62	64	64	77	91	82	78	85	83	76	78	76
20	68	61	59	64	72	82	88	80	84	81	70	71	73
21	73	65	60	62	85	81	81	74	77	79	72	69	73
22	71	62	52	64	83	86	74	71	84	82	85	78	74
23	72	68	54	56	79	81	75	79	85	77	76	72	73
24	65	66	52	61	75	78	83	86	91	85	73	78	74
25	66	66	57	59	80	76	80	83	88	91	74	71	74
26	68	61	57	65	88	79	82	77	84	86	72	70	74
27	67	53	60	69	77	77	75	79	83	88	69	66	72
28	63	63	61	67	68	77	78	78	80	82	73	71	72
29	60	-	60	59	72	74	83	79	82	85	68	74	72
30	56	-	58	61	78	78	82	85	76	80	71	66	72
31	60	-	59	-	75	-	85	81	-	77	-	69	72
Suma	2040	1763	1852	1814	2346	2433	2497	2481	2436	2559	2301	2264	2274
Media	66	63	60	60	76	81	81	80	81	83	77	73	73
Max	76	72	66	69	88	91	88	87	91	94	86	83	76
Min	55	53	52	53	63	74	74	71	73	77	68	64	71



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA

Código: 69027

Departamento: MANAGUA

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2018

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Máxima (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	31.7	33.7	33.4	34.0	34.4	33.8	30.6	31.2	34.2	0.0	0.0	0.0	34.4
2	32.6	32.7	33.8	34.8	35.4	33.2	33.2	29.6	34.0	0.0	0.0	0.0	35.4
3	32.6	32.8	33.8	34.7	35.8	32.5	29.4	29.6	30.8	0.0	0.0	0.0	35.8
4	32.4	32.5	33.4	35.0	36.0	34.4	32.6	33.4	33.4	0.0	0.0	0.0	36.0
5	32.0	33.6	34.0	34.8	36.0	31.2	34.2	33.8	34.0	0.0	0.0	0.0	36.0
6	32.2	31.5	33.1	35.2	34.4	32.0	32.8	34.4	34.4	0.0	0.0	0.0	35.2
7	33.0	33.6	33.0	34.4	35.6	32.4	32.4	33.4	35.0	0.0	0.0	0.0	35.6
8	33.6	34.0	34.8	35.0	35.0	33.8	34.8	33.6	32.8	0.0	0.0	0.0	35.0
9	32.8	30.2	35.2	35.1	35.2	32.6	34.4	33.4	33.2	0.0	0.0	0.0	35.2
10	33.2	34.4	36.5	35.4	34.1	31.2	34.0	34.4	32.6	0.0	0.0	0.0	36.5
11	32.7	34.2	34.6	34.0	33.6	31.0	34.6	34.4	34.4	0.0	0.0	0.0	34.6
12	32.6	33.2	35.0	34.8	34.0	32.8	31.8	34.0	34.6	0.0	0.0	0.0	35.0
13	32.4	32.6	35.6	34.2	35.3	33.7	34.2	33.4	34.6	0.0	0.0	0.0	35.6
14	32.6	33.0	35.4	35.0	33.6	33.7	34.0	34.8	34.2	0.0	0.0	0.0	35.4
15	32.4	32.2	35.6	35.8	33.4	33.3	30.8	32.6	34.2	0.0	0.0	0.0	35.8
16	30.6	33.8	35.4	36.2	34.4	30.4	32.2	31.4	34.0	0.0	0.0	0.0	36.2
17	32.2	32.6	34.7	35.6	31.6	32.0	32.0	34.2	34.2	0.0	0.0	0.0	35.6
18	32.8	33.2	34.2	35.8	33.4	33.6	33.8	35.2	34.0	0.0	0.0	0.0	35.8
19	31.6	31.9	34.4	36.0	33.2	32.6	34.4	34.8	33.4	0.0	0.0	0.0	36.0
20	33.3	32.8	35.0	36.4	33.0	33.0	33.8	30.4	29.0	0.0	0.0	0.0	36.4
21	33.4	32.4	35.4	36.8	32.0	32.6	33.0	34.8	33.0	0.0	0.0	0.0	36.8
22	34.0	32.6	35.4	36.6	31.0	33.0	35.0	35.0	34.0	0.0	0.0	0.0	36.6
23	32.6	33.2	35.0	37.4	30.4	33.2	34.2	32.6	34.0	0.0	0.0	0.0	37.4
24	32.0	31.4	34.6	37.8	33.0	33.4	34.9	33.6	34.0	0.0	0.0	0.0	37.8
25	32.4	33.4	35.6	36.0	31.4	33.4	34.6	33.2	32.4	0.0	0.0	0.0	36.0
26	33.6	33.4	36.0	35.0	30.5	29.8	33.6	34.0	31.6	0.0	0.0	0.0	36.0
27	33.3	33.6	35.4	36.0	28.2	31.6	34.6	32.0	33.6	0.0	0.0	0.0	36.0
28	33.6	33.6	33.6	35.6	30.4	30.4	34.4	33.4	32.4	0.0	0.0	0.0	35.6
29	32.0	-	35.4	36.4	30.2	33.7	33.2	33.4	33.0	0.0	0.0	0.0	36.4
30	32.5	-	35.7	35.4	31.6	33.4	34.9	34.0	32.6	0.0	0.0	0.0	35.7
31	33.4	-	36.0	-	32.2	-	32.4	31.8	-	0.0	-	0.0	36.0
Suma	1012.1	922.1	1079.0	1065.2	1028.3	977.7	1034.8	1029.8	1001.6	0.0	0.0	0.0	1111.8
Media	32.6	32.9	34.8	35.5	33.2	32.6	33.4	33.2	33.4	0.0	0.0	0.0	35.9
Max	34.0	34.4	36.5	37.8	36.0	34.4	35.0	35.2	35.0	0.0	0.0	0.0	37.8
Min	30.6	30.2	33.0	34.0	28.2	29.8	29.4	29.6	29.0	0.0	0.0	0.0	34.4



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA

Código: 69027

Departamento: MANAGUA

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2018

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Media (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	26.6	28.3	27.3	28.5	29.1	28.6	26.7	26.2	27.1	0.0	0.0	0.0	20.7
2	26.9	27.1	26.9	28.0	29.6	28.1	27.9	25.3	26.3	0.0	0.0	0.0	20.5
3	26.2	26.7	27.6	28.1	29.5	27.9	25.9	25.7	26.4	0.0	0.0	0.0	20.3
4	25.6	26.2	27.1	28.3	29.8	27.5	27.1	26.6	27.4	0.0	0.0	0.0	20.5
5	25.2	26.1	26.6	28.9	29.3	27.3	27.9	28.1	28.2	0.0	0.0	0.0	20.6
6	25.1	26.5	26.4	28.8	28.5	27.4	26.9	26.9	28.5	0.0	0.0	0.0	20.4
7	25.5	26.9	26.5	28.2	29.9	26.5	27.5	27.8	28.3	0.0	0.0	0.0	20.6
8	26.7	26.7	27.5	28.0	28.2	27.8	28.2	27.7	26.8	0.0	0.0	0.0	20.6
9	27.0	25.5	28.5	28.9	29.6	27.7	28.0	28.4	27.3	0.0	0.0	0.0	20.9
10	27.5	27.2	29.1	29.5	28.9	26.0	28.3	28.6	27.4	0.0	0.0	0.0	21.0
11	26.8	27.4	28.7	28.4	28.0	26.7	26.4	28.6	28.6	0.0	0.0	0.0	20.8
12	27.3	27.0	29.4	28.3	28.2	27.5	27.5	27.4	29.3	0.0	0.0	0.0	21.0
13	27.9	25.4	29.9	28.3	28.3	27.6	29.1	27.2	28.8	0.0	0.0	0.0	21.0
14	26.4	26.6	29.1	28.7	28.0	27.6	28.7	27.6	28.3	0.0	0.0	0.0	20.9
15	25.6	27.2	29.2	29.3	28.1	27.2	26.7	27.3	28.8	0.0	0.0	0.0	20.8
16	26.0	27.1	29.0	30.1	28.1	26.5	27.8	27.4	28.8	0.0	0.0	0.0	20.9
17	26.1	27.0	28.8	29.2	27.1	26.4	27.3	28.4	28.8	0.0	0.0	0.0	20.8
18	26.2	27.1	28.1	29.0	28.3	28.3	28.6	28.8	28.9	0.0	0.0	0.0	21.1
19	26.8	26.4	28.3	29.4	27.8	27.3	28.5	29.1	28.5	0.0	0.0	0.0	21.0
20	27.6	26.6	28.5	29.5	27.4	26.5	28.2	26.7	25.5	0.0	0.0	0.0	20.5
21	28.0	26.3	29.1	29.4	27.4	27.4	27.6	29.1	27.2	0.0	0.0	0.0	21.0
22	27.2	25.0	28.7	29.6	26.1	27.9	28.9	29.3	27.0	0.0	0.0	0.0	20.8
23	26.1	26.6	28.2	30.0	26.2	28.3	28.9	27.5	27.9	0.0	0.0	0.0	20.8
24	26.8	25.3	28.9	30.2	27.4	26.5	29.3	25.9	27.0	0.0	0.0	0.0	20.6
25	26.5	26.1	28.6	30.2	27.5	27.2	28.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	20.6
26	28.0	26.6	28.8	29.3	26.4	25.8	28.0	26.5	27.1	0.0	0.0	0.0	20.5
27	27.3	26.9	28.5	29.6	25.8	26.5	28.4	27.0	26.9	0.0	0.0	0.0	20.6
28	26.6	26.4	27.9	29.5	26.1	26.3	27.8	27.1	26.4	0.0	0.0	0.0	20.3
29	26.9	-	28.8	29.9	26.8	27.7	26.6	27.7	26.5	0.0	0.0	0.0	20.1
30	27.5	-	28.5	29.7	27.1	26.4	27.8	26.6	26.7	0.0	0.0	0.0	20.0
31	28.1	-	29.1	-	28.0	-	27.8	26.2	-	0.0	-	0.0	19.9
Suma	828.0	744.2	877.6	872.8	866.5	816.4	863.2	849.5	826.6	0.0	0.0	0.0	640.4
Media	26.7	26.6	28.3	29.1	28.0	27.2	27.8	27.4	27.6	0.0	0.0	0.0	20.7
Max	28.1	28.3	29.9	30.2	29.9	28.6	29.3	29.3	29.3	0.0	0.0	0.0	21.1
Min	25.1	25.0	26.4	28.0	25.8	25.8	25.9	25.3	25.5	0.0	0.0	0.0	19.9



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA

Código: 69027

Departamento: MANAGUA

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Años: 2018

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Humedad Relativa (%)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	70	60	62	59	61	72	75	82	79	0	0	0	52
2	66	66	66	61	59	72	75	86	85	0	0	0	53
3	72	68	62	61	63	73	78	83	82	0	0	0	54
4	65	73	62	61	62	76	76	78	76	0	0	0	52
5	61	70	67	58	68	81	75	71	73	0	0	0	52
6	61	67	57	58	73	79	79	82	72	0	0	0	52
7	62	69	60	65	64	81	73	75	73	0	0	0	52
8	68	66	58	69	63	76	71	77	78	0	0	0	52
9	70	75	61	62	64	74	73	74	76	0	0	0	52
10	69	71	60	60	69	84	69	69	82	0	0	0	53
11	72	65	62	64	72	82	71	70	77	0	0	0	53
12	71	70	65	64	71	76	80	75	72	0	0	0	54
13	63	73	58	67	72	78	66	79	70	0	0	0	52
14	54	64	61	62	77	76	68	73	70	0	0	0	50
15	59	61	57	60	78	81	78	70	73	0	0	0	51
16	63	62	60	57	78	89	73	74	76	0	0	0	53
17	65	65	57	63	79	85	76	71	75	0	0	0	53
18	65	65	59	59	75	78	73	68	72	0	0	0	51
19	64	68	66	54	78	74	70	66	71	0	0	0	51
20	63	67	60	62	79	79	69	74	88	0	0	0	53
21	65	72	55	65	82	80	74	67	81	0	0	0	53
22	68	78	56	61	85	78	71	66	83	0	0	0	54
23	74	67	61	61	84	72	68	75	72	0	0	0	53
24	70	71	58	61	81	79	69	83	75	0	0	0	54
25	69	69	61	60	83	78	66	78	85	0	0	0	54
26	63	65	62	62	87	83	67	80	80	0	0	0	54
27	67	66	60	65	88	77	74	75	81	0	0	0	54
28	71	64	64	68	90	84	74	77	80	0	0	0	56
29	69	-	61	65	89	75	82	74	79	0	0	0	54
30	64	-	62	61	80	78	78	78	80	0	0	0	53
31	58	-	54	-	75	-	75	82	-	0	-	0	49
Suma	2041	1897	1874	1855	2329	2350	2266	2332	2316	0	0	0	1634
Media	66	68	60	62	75	78	73	75	77	0	0	0	53
Max	74	78	67	69	90	89	82	86	88	0	0	0	56
Min	54	60	54	54	59	72	66	66	70	0	0	0	49

Imagen 17. Unidades y conversiones

UNITS AND CONVERSIONS

Table 1 Conversions to I-P and SI Units

(Multiply I-P values by conversion factors to obtain SI; divide SI values by conversion factors to obtain I-P)

Multiply I-P	By	To Obtain SI	Multiply I-P	By	To Obtain SI
acre (43,560 ft ²)	0.4047	ha	in·lb _f (torque or moment)	113	mN·m
	4046.873	m ²	in ²	645.16	mm ²
atmosphere (standard)	*101.325	kPa	in ³ (volume)	16.3874	mL
bar	*100	kPa	in ³ /min (SCIM)	0.273117	mL/s
barrel (42 U.S. gal, petroleum)	159.0	L	in ³ (section modulus)	16,387	mm ³
	0.1580987	m ³	in ⁴ (section moment)	416,231	mm ⁴
Btu (International Table)	1055.056	J	kWh	*3.60	MJ
Btu (thermochemical)	1054.350	J	kW/1000 cfm	2.118880	kJ/m ³
Btu/ft ² (International Table)	11,356.53	J/m ²	kilopond (kg force)	9.81	N
Btu/ft ³ (International Table)	37,258.951	J/m ³	kip (1000 lb _f)	4.45	kN
Btu/gal	278,717.1765	J/m ³	kip/in ² (ksi)	6.895	MPa
Btu·ft/h·ft ² ·°F	1.730735	W/(m·K)	litre	*0.001	m ³
Btu·in/h·ft ² ·°F (thermal conductivity <i>k</i>)	0.1442279	W/(m·K)	met	58.15	W/m ²
Btu/h	0.2930711	W	micron (μm) of mercury (60°F)	133	mPa
Btu/h·ft ²	3.154591	W/m ²	mile	1.609	km
Btu/h·ft ² ·°F (overall heat transfer coefficient <i>U</i>)	5.678263	W/(m ² ·K)	mile, nautical	*1.852	km
Btu/lb	*2.326	kJ/kg	mile per hour (mph)	1.609344	km/h
Btu/lb·°F (specific heat <i>c_p</i>)	*4.1868	kJ/(kg·K)		0.447	m/s
bushel (dry, U.S.)	0.0352394	m ³	millibar	*0.100	kPa
calorie (thermochemical)	*4.184	J	mm of mercury (60°F)	0.133	kPa
centipoise (dynamic viscosity μ)	*1.00	mPa·s	mm of water (60°F)	9.80	Pa
centistokes (kinematic viscosity ν)	*1.00	mm ² /s	ounce (mass, avoirdupois)	28.35	g
clo	0.155	(m ² ·K)/W	ounce (force or thrust)	0.278	N
dyne	1.0 × 10 ⁻⁵	N	ounce (liquid, U.S.)	29.6	mL
dyne/cm ²	*0.100	Pa	ounce inch (torque, moment)	7.06	mN·m
EDR hot water (150 Btu/h)	43.9606	W	ounce (avoirdupois) per gallon	7.489152	kg/m ³
EDR steam (240 Btu/h)	70.33706	W	perm (permeance at 32°F)	5.72135 × 10 ⁻¹¹	kg/(Pa·s·m ²)
EER	0.293	COP	perm inch (permeability at 32°F)	1.45362 × 10 ⁻¹²	kg/(Pa·s·m)
ft	*0.3048	m	pint (liquid, U.S.)	4.73176 × 10 ⁻⁴	m ³
	*304.8	mm	pound		
ft/min, fpm	*0.00508	m/s	lb (avoirdupois, mass)	0.453592	kg
ft/s, fps	*0.3048	m/s		453.592	g
ft of water	2989	Pa	lb _f (force or thrust)	4.448222	N
ft of water per 100 ft pipe	98.1	Pa/m	lb _f /ft (uniform load)	14.59390	N/m
ft ²	0.092903	m ²	lb/ft·h (dynamic viscosity μ)	0.4134	mPa·s
ft ² ·h·°F/Btu (thermal resistance <i>R</i>)	0.176110	(m ² ·K)/W	lb/ft·s (dynamic viscosity μ)	1490	mPa·s
ft ² /s (kinematic viscosity ν)	92,900	mm ² /s	lb _f ·s/ft ² (dynamic viscosity μ)	47.88026	Pa·s
ft ³	28.316846	L	lb/h	0.000126	kg/s
	0.02832	m ³	lb/min	0.007559	kg/s
ft ³ /min, cfm	0.471947	L/s	lb/h [steam at 212°F (100°C)]	0.2843	kW
ft ³ /s, cfs	28.316845	L/s	lb _f /ft ²	47.9	Pa
ft·lb _f (torque or moment)	1.355818	N·m	lb/ft ²	4.88	kg/m ²
ft·lb _f (work)	1.356	J	lb/ft ³ (density, ρ)	16.0	kg/m ³
ft·lb _f /lb (specific energy)	2.99	J/kg	lb/gallon	120	kg/m ³
ft·lb _f /min (power)	0.0226	W	ppm (by mass)	*1.00	mg/kg
footcandle	10.76391	lx	psi	6.895	kPa
gallon (U.S., *231 in ³)	3.785412	L	quad (10 ¹⁵ Btu)	1.055	EJ
gph	1.05	mL/s	quart (liquid, U.S.)	0.9463	L
gpm	0.0631	L/s	square (100 ft ²)	9.29	m ²
gpm/ft ²	0.6791	L/(s·m ²)	tablespoon (approximately)	15	mL

Table 2 Conversion Factors

Pressure psi	in. of water (60°F)	in. Hg (32°F)	atmosphere	mm Hg (32°F)	bar	kgf/cm ²	pascal			
1	= 27.708	= 2.0360	= 0.068046	= 51.715	= 0.068948	= 0.07030696	= 6894.8			
0.036091	1	0.073483	2.4559×10^{-3}	1.8665	2.4884×10^{-3}	2.537×10^{-3}	248.84			
0.491154	13.609	1	0.033421	25.400	0.033864	0.034532	3386.4			
14.6960	407.19	29.921	1	760.0	1.01325*	1.03323	1.01325×10^5 *			
0.0193368	0.53578	0.03937	1.31579×10^{-3}	1	1.3332×10^{-3}	1.3595×10^{-3}	133.32			
14.5038	401.86	29.530	0.98692	750.062	1	1.01972*	10^5 *			
14.223	394.1	28.959	0.96784	735.559	0.980665*	1	9.80665×10^4 *			
1.45038×10^{-4}	4.0186×10^{-3}	2.953×10^{-4}	9.8692×10^{-6}	7.50×10^{-3}	10^{-5} *	1.01972×10^{-5} *	1			
Mass	lb (avoir.)	grain	ounce (avoir.)	kg						
1	= 7000*	= 16*	= 0.45359							
1.4286×10^{-4}	1	2.2857×10^{-3}	6.4800×10^{-5}							
0.06250	437.5*	1	0.028350							
2.20462	1.5432×10^4	35.274	1							
Volume	cubic inch	cubic foot	gallon	litre	cubic metre (m ³)					
1	= 5.787×10^{-4}	= 4.329×10^{-3}	= 0.0163871	= 1.63871×10^{-5}						
1728*	1	7.48052	28.317	0.028317						
231.0*	0.13368	1	3.7854	0.0037854						
61.02374	0.035315	0.264173	1	0.001*						
6.102374×10^4	35.315	264.173	1000*	1						
Energy	Btu	ft·lb _f	calorie (cal)	joule (J) = watt-second (W·s)	watt-hour (W·h)					
Note: MBtu, which is 1000 Btu, is confusing and is not used in the Handbook.	1	= 778.17	= 251.9958	= 1055.056	= 0.293071					
	1.2851×10^{-3}	1	0.32383	1.355818	3.76616×10^{-4}					
	3.9683×10^{-3}	3.08803	1	4.1868*	1.163×10^{-3} *					
	9.4782×10^{-4}	0.73756	0.23885	1	2.7778×10^{-4}					
	3.41214	2655.22	859.85	3600*	1					
Density	lb/ft ³	lb/gal	g/cm ³	kg/m ³						
1	= 0.133680	= 0.016018	= 16.018463							
7.48055	1	0.119827	119.827							
62.4280	8.34538	1	1000*							
0.0624280	0.008345	0.001*	1							
Specific Volume	ft ³ /lb	gal/lb	cm ³ /g	m ³ /kg						
1	= 7.48055	= 62.4280	= 0.0624280							
0.133680	1	8.34538	0.008345							
0.016018	0.119827	1	0.001*							
16.018463	119.827	1000*	1							
Viscosity (absolute)	1 poise = 1 dyne-sec/cm ² = 0.1 Pa·s = 1 g/(cm·s)									
	poise	lb _f ·s/ft ²	lb _f ·h/ft ²	kg/(m·s) = N·s/m ²	lb _m /ft·s					
1	= 2.0885×10^{-3}	= 5.8014×10^{-7}	= 0.1*	= 0.0671955						
478.8026	1	2.7778×10^{-4}	47.88026	32.17405						
1.72369×10^6	3600*	1	1.72369×10^5	1.15827×10^5						
10*	0.020885	5.8014×10^{-6}	1	0.0671955						
14.8819	0.031081	8.6336×10^{-6}	1.4882	1						
Temperature	Temperature				Temperature Interval					
Scale	K	°C	°R	°F	K	°C	°R	°F		
Kelvin	x K =	x	x - 273.15	1.8x	1.8x - 459.67	1 K =	1	1	9/5 = 1.8	9/5 = 1.8
Celsius	x°C =	x + 273.15	x	1.8x + 491.67	1.8x + 32	1°C =	1	1	9/5 = 1.8	9/5 = 1.8
Rankine	x°R =	x/1.8	(x - 491.67)/1.8	x	x - 459.67	1°R =	5/9	5/9	1	1
Fahrenheit	x°F =	(x + 459.67)/1.8	(x - 32)/1.8	x + 459.67	x	1°F =	5/9	5/9	1	1

Notes: Conversions with * are exact.

The Btu and calorie are based on the International Table.

All temperature conversions and factors are exact.

The term centigrade is obsolete and should not be used.

When making conversions, remember that a converted value is no more precise than the original value. For many applications, rounding off the converted value to the same number of significant

figures as those in the original value provides sufficient accuracy. See ANSI Standard SI-10-1997 (available from ASTM or IEEE) for additional conversions.

Imagen 18. Diagrama de Mollier del refrigerante R-410A

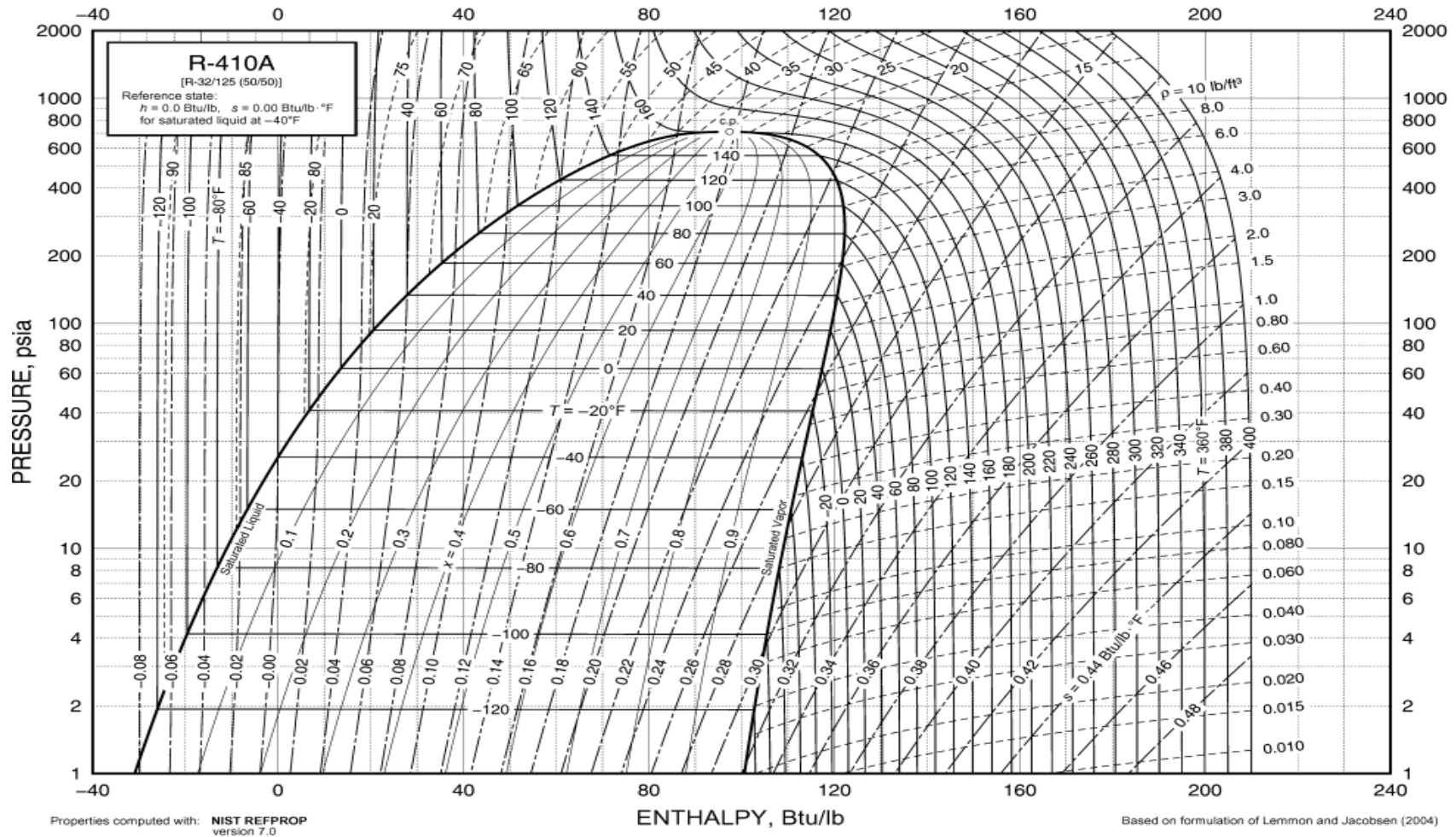


Fig. 14 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 410A

Imagen 19-. Propiedades termodinámicas de los refrigerantes.

Thermophysical Properties of Refrigerants

30.31

Refrigerant 410A [R-32/125 (50/50)] Properties of Liquid on Bubble Line and Vapor on Dew Line

Pressure, psia	Temp., ° F		Density, Volume, lb/ft ³ ft ³ /lb		Enthalpy, Btu/lb		Entropy, Btu/lb·°F		Specific Heat <i>c_p</i> , Btu/lb·°F		<i>c_p</i> / <i>c_v</i>	Vel. of Sound, ft/s		Viscosity, lb _m /ft·h		Thermal Cond., Btu/h·ft·°F		Surface Tension, dyne/cm	Pres- sure, psia
	Bubble	Dew	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		
1	-135.16	-134.98	92.02	47.6458	-30.90	100.62	-0.08330	0.32188	0.3215	0.1568	1.228	3369	518.6	1.795	0.0196	0.1043	0.00421	25.62	1
1.5	-126.03	-125.87	91.10	32.5774	-27.97	101.90	-0.07439	0.31477	0.3212	0.1600	1.227	3287	524.5	1.605	0.0201	0.1023	0.00431	24.64	1.5
2	-119.18	-119.02	90.41	24.8810	-25.76	102.86	-0.06786	0.30981	0.3213	0.1626	1.227	3226	528.7	1.483	0.0205	0.1008	0.00439	23.91	2
2.5	-113.63	-113.48	89.84	20.1891	-23.98	103.63	-0.06267	0.30602	0.3214	0.1648	1.228	3176	531.9	1.394	0.0208	0.0996	0.00446	23.32	2.5
3	-108.94	-108.78	89.36	17.0211	-22.47	104.27	-0.05834	0.30296	0.3216	0.1668	1.228	3135	534.6	1.325	0.0211	0.0985	0.00451	22.82	3
4	-101.22	-101.07	88.57	13.0027	-19.98	105.33	-0.05133	0.29820	0.3221	0.1703	1.229	3066	538.8	1.222	0.0216	0.0968	0.00461	22.01	4
5	-94.94	-94.80	87.92	10.5514	-17.96	106.18	-0.04574	0.29455	0.3226	0.1733	1.230	3010	542.0	1.148	0.0219	0.0954	0.00469	21.35	5
6	-89.63	-89.48	87.36	8.8953	-16.24	106.89	-0.04107	0.29162	0.3231	0.1760	1.232	2963	544.6	1.090	0.0223	0.0942	0.00476	20.80	6
7	-84.98	-84.84	86.87	7.6992	-14.74	107.50	-0.03704	0.28916	0.3236	0.1785	1.233	2922	546.7	1.043	0.0225	0.0931	0.00482	20.32	7
8	-80.85	-80.71	86.44	6.7935	-13.40	108.05	-0.03349	0.28705	0.3241	0.1807	1.234	2885	548.5	1.003	0.0228	0.0922	0.00488	19.90	8
10	-73.70	-73.56	85.67	5.5105	-11.08	108.97	-0.02743	0.28356	0.3251	0.1848	1.237	2821	551.5	0.940	0.0232	0.0905	0.00498	19.16	10
12	-67.62	-67.48	85.02	4.6434	-9.10	109.75	-0.02235	0.28075	0.3261	0.1884	1.240	2767	553.8	0.891	0.0235	0.0891	0.00507	18.55	12
14	-62.31	-62.16	84.44	4.0168	-7.36	110.42	-0.01795	0.27840	0.3270	0.1917	1.243	2720	555.6	0.850	0.0238	0.0879	0.00515	18.01	14
14.70 ^b	-60.60	-60.46	84.26	3.8375	-6.80	110.63	-0.01655	0.27766	0.3274	0.1928	1.244	2704	556.2	0.838	0.0239	0.0875	0.00517	17.84	14.7
16	-57.56	-57.42	83.93	3.5423	-5.80	111.01	-0.01407	0.27638	0.3279	0.1947	1.245	2677	557.1	0.817	0.0241	0.0868	0.00522	17.53	16
18	-53.27	-53.13	83.45	3.1699	-4.39	111.54	-0.01059	0.27461	0.3288	0.1975	1.248	2639	558.4	0.788	0.0244	0.0858	0.00528	17.10	18
20	-49.34	-49.19	83.02	2.8698	-3.09	112.01	-0.00743	0.27305	0.3297	0.2002	1.251	2603	559.4	0.763	0.0246	0.0849	0.00535	16.71	20
22	-45.70	-45.56	82.61	2.6225	-1.89	112.45	-0.00452	0.27164	0.3305	0.2027	1.254	2571	560.3	0.740	0.0248	0.0841	0.00540	16.35	22
24	-42.32	-42.18	82.23	2.4151	-0.77	112.85	-0.00184	0.27036	0.3313	0.2050	1.256	2540	561.1	0.720	0.0250	0.0833	0.00546	16.02	24
26	-39.15	-39.01	81.87	2.2386	0.28	113.22	0.00067	0.26919	0.3321	0.2073	1.259	2512	561.7	0.702	0.0252	0.0826	0.00551	15.71	26
28	-36.17	-36.02	81.54	2.0865	1.27	113.56	0.00301	0.26811	0.3329	0.2094	1.261	2485	562.3	0.686	0.0254	0.0819	0.00556	15.42	28
30	-33.35	-33.20	81.21	1.9540	2.22	113.88	0.00522	0.26711	0.3337	0.2115	1.264	2459	562.7	0.671	0.0255	0.0813	0.00561	15.14	30
32	-30.68	-30.53	80.90	1.8375	3.11	114.19	0.00730	0.26617	0.3345	0.2135	1.267	2435	563.1	0.657	0.0257	0.0806	0.00565	14.88	32
34	-28.13	-27.98	80.61	1.7343	3.97	114.47	0.00928	0.26530	0.3352	0.2154	1.269	2412	563.4	0.644	0.0258	0.0801	0.00570	14.63	34
36	-25.69	-25.54	80.33	1.6422	4.79	114.74	0.01116	0.26448	0.3360	0.2173	1.272	2390	563.7	0.632	0.0260	0.0795	0.00574	14.40	36
38	-23.36	-23.20	80.05	1.5594	5.57	115.00	0.01296	0.26371	0.3367	0.2191	1.274	2368	563.9	0.621	0.0261	0.0790	0.00578	14.17	38
40	-21.12	-20.96	79.79	1.4847	6.33	115.24	0.01467	0.26297	0.3374	0.2208	1.277	2348	564.1	0.610	0.0262	0.0785	0.00582	13.96	40
42	-18.96	-18.81	79.54	1.4168	7.06	115.47	0.01632	0.26228	0.3382	0.2226	1.279	2328	564.3	0.600	0.0264	0.0780	0.00586	13.75	42
44	-16.89	-16.73	79.29	1.3549	7.76	115.69	0.01791	0.26162	0.3389	0.2242	1.282	2309	564.4	0.591	0.0265	0.0775	0.00589	13.55	44
46	-14.88	-14.73	79.05	1.2982	8.45	115.90	0.01943	0.26098	0.3396	0.2259	1.284	2291	564.4	0.582	0.0266	0.0771	0.00593	13.36	46
48	-12.94	-12.79	78.82	1.2460	9.11	116.10	0.02090	0.26038	0.3403	0.2275	1.287	2273	564.5	0.574	0.0267	0.0766	0.00597	13.18	48
50	-11.07	-10.91	78.59	1.1979	9.75	116.30	0.02232	0.25980	0.3410	0.2290	1.289	2256	564.5	0.566	0.0268	0.0762	0.00600	13.00	50
55	-6.62	-6.45	78.05	1.0925	11.27	116.75	0.02568	0.25845	0.3427	0.2328	1.295	2215	564.4	0.547	0.0271	0.0752	0.00610	12.58	55
60	-2.46	-2.30	77.54	1.0040	12.70	117.16	0.02880	0.25722	0.3445	0.2365	1.301	2176	564.2	0.530	0.0273	0.0743	0.00619	12.20	60
65	1.43	1.60	77.06	0.9287	14.05	117.53	0.03171	0.25610	0.3462	0.2400	1.308	2140	563.9	0.515	0.0275	0.0734	0.00628	11.83	65
70	5.10	5.27	76.60	0.8638	15.33	117.88	0.03444	0.25505	0.3478	0.2434	1.314	2105	563.5	0.502	0.0278	0.0726	0.00636	11.49	70
75	8.58	8.75	76.15	0.8073	16.54	118.20	0.03702	0.25408	0.3495	0.2467	1.320	2073	563.0	0.489	0.0280	0.0719	0.00645	11.17	75
80	11.88	12.06	75.73	0.7576	17.70	118.49	0.03946	0.25316	0.3512	0.2499	1.326	2042	562.4	0.477	0.0282	0.0711	0.00653	10.87	80
85	15.03	15.21	75.32	0.7135	18.81	118.77	0.04178	0.25231	0.3528	0.2531	1.333	2012	561.8	0.467	0.0284	0.0704	0.00661	10.59	85
90	18.05	18.22	74.93	0.6742	19.88	119.02	0.04400	0.25149	0.3545	0.2562	1.339	1983	561.2	0.457	0.0285	0.0698	0.00669	10.31	90
95	20.93	21.11	74.54	0.6389	20.91	119.26	0.04611	0.25072	0.3561	0.2592	1.345	1956	560.4	0.447	0.0287	0.0692	0.00677	10.05	95
100	23.71	23.89	74.17	0.6070	21.90	119.48	0.04815	0.24999	0.3578	0.2622	1.352	1929	559.7	0.438	0.0289	0.0685	0.00684	9.80	100
110	28.96	29.14	73.46	0.5515	23.79	119.89	0.05198	0.24862	0.3611	0.2681	1.365	1879	558.1	0.422	0.0292	0.0674	0.00700	9.34	110
120	33.86	34.05	72.78	0.5051	25.57	120.24	0.05555	0.24736	0.3644	0.2738	1.378	1832	556.3	0.407	0.0295	0.0664	0.00715	8.91	120
130	38.46	38.65	72.13	0.4655	27.25	120.56	0.05890	0.24618	0.3678	0.2795	1.392	1787	554.5	0.394	0.0298	0.0654	0.00730	8.50	130
140	42.80	42.99	71.51	0.4314	28.85	120.83	0.06205	0.24508	0.3712	0.2852	1.406	1744	552.6	0.381	0.0301	0.0645	0.00745	8.13	140
150	46.91	47.11	70.90	0.4016	30.38	121.08	0.06503	0.24403	0.3746	0.2908	1.420	1704	550.6	0.370	0.0304	0.0636	0.00760	7.78	150
160	50.82	51.02	70.32	0.3755	31.85	121.29	0.06787	0.24304	0.3781	0.2965	1.435	1666	548.6	0.360	0.0306	0.0628	0.00775	7.44	160
170	54.56	54.76	69.75	0.3523	33.27	121.48	0.07057	0.24210	0.3816	0.3022	1.451	1629	546.5	0.350	0.0309	0.0620	0.00791	7.13	170
180	58.13	58.33	69.20	0.3316	34.63	121.65	0.07316	0.24119	0.3851	0.3080	1.467	1593	544.4	0.341	0.0311	0.0612	0.00807	6.83	180
190	61.55	61.76	68.66	0.3130	35.95	121.79													

Imagen 20. Tarifas de energía actualizada vigencia a partir de 1 de mayo de 2019.





INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR					
TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE MAYO 2019					
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR					
MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	6.2825	
			kW de Demanda Máxima		923.0545
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	10.2265	
			Invierno Punta	9.9006	
			Verano Fuera de Punta	7.0668	
			Invierno Fuera de Punta	6.8297	
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.1965	
			kW de Demanda Máxima		591.6296
		T-4E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	7.6191	
			Invierno Punta	7.3704	
			Verano Fuera de Punta	5.0648	
			Invierno Fuera de Punta	4.8965	
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.3310	
			kW de Demanda Máxima		616.0185
		T-5E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	7.8802	
			Invierno Punta	7.6233	
			Verano Fuera de Punta	5.2068	
			Invierno Fuera de Punta	5.0361	
PEQUEÑAS CONCESIONARIAS	Para uso exclusivo de pequeñas distribuidoras de energía eléctrica	TPC	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	3.9588	

HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO										
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización					Fecha	05/06/2019			
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez			Proyecto °N	1		Instalacion N°	8		
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA						Habitaciones N°	29-32		
Localidad	Managua, Nicaragua									
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB									
Dimensiones Local	12.63	m	x	4.4	m =	55.57	m²	x	2.57	
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)		14.7	Elevación (msnm)		56
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones	BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp.(°F)		Latitud
Exterior	100.04	97.1	90	Interior	75	62.6	50	24.8		12°08'36"
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR										
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		= Total
Pared Norte	189.52	x	14.42				x	0.3389		926.17
Pared Este	-	-	-				-	-		-
Pared Sur	-	-	-				-	-		-
Pared Oeste	121.44	x	14.09				x	0.3389		579.89
Pared Este	-	-	-				-	-		-
Tejado al sol	570.59	x	82.14				x	0.2925		13708.97
					Fc	0.92	x	Sub-total		14013.59
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES										
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	x	Factor sombra		=	Total
Cristal Norte	165.12	x	41.50	x	0.85	x	0.55		=	3203.53
Cristal Este	-	-	-	-	-	-	-		=	-
Cristal Sur	1.20	x	42.00	x	0.85	x	0.55		=	23.56
Cristal Oeste	-	-	-	-	-	-	-		=	-
					Fc	0.89	x	Sub-total		2883.81
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES										
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total
Cristal Norte	165.12	x	18.64			x	1.04		=	3200.95
Cristal Este	-	-	-			-	-		=	-
Cristal Sur	1.20	x	18.64			x	1.04		=	23.26
Cristal Oeste	-	-	-			-	-		=	-
					Fc	0.89	x	Sub-total		2881.23
CALOR INTERNO										
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS										
Numero de equipos		x	Potencia (W)		x	3.412		=	Total	
16		x	46		x	3.41		=	2511.23	
					Fc	0.92	x	Sub-total		2312.93
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION										
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámparas		Total
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	4		341.2
					Fc	0.89	x	Sub-total		304.90
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA										
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE	x	Fc	=	Total
245	x	16			x	0.87	x	0.89	=	3047.61
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE		Total		
155	x	16			x	0.87		2157.6		
							Sub-total		5205.21	
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION										
GANANCIA DE CALOR LATENTE										
CFM	x	Relacion humedad (Ext)		(-)	Relacion humedad (Int)		x	0.68	=	Total
52.72	x	178.71		-	64.64		x	0.68	=	4089.3639
							Sub-total		4089.3639	
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE										
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura		=	Total	
52.72	x	1.1			x	25.04		=	1452.12	
							Sub-total		1452.12	
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR										
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total
Pared Norte	-	-	-			-	-		=	-
Pared sur	274.91	x	20.04			x	0.3389		=	1867.07
Pared Este	121.72	x	20.04			x	0.3389		=	826.67
Pared Oeste	-	-	-			-	-		=	-
Puertas	77.4	x	20.04			x	0.42		=	651.46
							Subtotal		3345.20	
							FACTOR DE SEGURIDAD		10%	
							RSHG		33265.52	
							RLHG		6248.06	
							RTGH		40137.18	
							RSHR		0.83	
							RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)		3.34	



HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO

Proyecto	Diseño de un sistema de climatización					Fecha	05/06/2019				
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez			Proyecto °N		1		Instalacion N°		7	
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA						Habitaciones N°		25-28		
Localidad	Managua, Nicaragua										
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB										
Dimensiones Local	12.82	m x	3.3	m =	42.31	m ² x	2.57	m =	108.73	m ³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local		Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)		56	
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones	BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp.(°F)		Latitud	
Exterior	100.04	97.1	90	Interior	75	62.6	50	24.8		12°08'36"	
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total
Pared Norte	-	-	-				-	-		-	-
Pared Este	-	-	-				-	-		-	-
Pared Sur	189.52	x	17.015				x	0.3389		-	1092.85
Pared Oeste	-	-	-				-	-		-	-
Pared Este	-	-	-				-	-		-	-
Tejado al sol	450.9	x	82.14				x	0.2925		-	10833.30
					Fc	0.89	x	Sub-total		10587.01	
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	x	Factor sombra		=	Total	
Cristal Norte	21.85	x	41.50	x	0.85	x	0.55		-	423.92	
Cristal Este	-	-	-	-	-	-	-		-	-	
Cristal Sur	165.12	x	42.00	x	0.67	x	0.55		-	2555.56	
Cristal Oeste	-	-	-	-	-	-	-		-	-	
					Fc	0.89	x	Sub-total		2644.93	
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Cristal Norte	21.85	x	18.64			x	1.04		-	423.58	
Cristal Este	-	-	-			-	-		-	-	
Cristal Sur	165.12	x	18.64			x	1.04		-	3200.95	
Cristal Oeste	-	-	-			-	-		-	-	
					Fc	0.89	x	Sub-total		3217.54	
CALOR INTERNO											
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS											
Numero de equipos		x		Potencia (W)		x		3.412		=	Total
16		x		46		x		3.41		-	2511.23
					Fc	0.89	x	Sub-total		2229.26	
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION											
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámparas		=	Total
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	4		-	341.2
					Fc	0.89	x	Sub-total		302.89	
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA											
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE	x	Fc	=	Total	
245	x	16			x	0.87	-	0.89	-	3027.46	
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE			Total		
155	x	16			x	0.87			-	2157.6	
							Sub-total		5185.06		
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION											
GANANCIA DE CALOR LATENTE											
CFM	x	Relacion humedad (Ext)		(-)	Relacion humedad (Int)		x	0.68	=	Total	
53.23	x	178.71		-	64.64		x	0.68	-	4128.92	
								Sub-total		4128.92	
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE											
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura			=	Total	
53.23	x	1.1			x	25.04			-	1466.17	
								Sub-total		1466.17	
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Pared Norte	255.38	x	20.04			x	0.3389		-	1734.46	
Pared sur	-	-	-			-	-		-	-	
Pared Este	90.46	x	20.04			x	0.3389		-	614.36	
Pared Oeste	90.46	x	20.04			x	0.3389		-	614.36	
Puertas	77.40	x	20.04			x	0.42		-	651.46	
								Subtotal		3614.65	
FACTOR DE SEGURIDAD										10%	
RSHG										29798.88	
RLHG										6915.18	
RTGH										36714.05	
RSHR										0.81	
RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)										3.06	










HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO															
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización					Fecha	05/06/2019								
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez			Proyecto °N		1		Instalacion N°		6					
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA							Habitaciones N°		20-24					
Localidad	Managua, Nicaragua														
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB														
Dimensiones Local	15.89	m	x	3.3	m	=	52.44	m ²	x	2.57	m	=	134.76	m ³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)			56			
Condiciones	BS	BH	%HR		Condiciones	BS	BH	%HR		Rango Diario de Temp.(°F)			Latitud		
Exterior	100.04	97.1	90		Interior	75	62.6	50		24.8			12°08'36"		
GANANCIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)					x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total		
Pared Norte	-	-	-					-	-			-	-		
Pared Este	-	-	-					-	-			-	-		
Pared Sur	122.39	x	17.015					-	0.3389			-	705.75		
Pared Oeste	-	-	-					-	-			-	-		
Pared Este	189.63	x	29.04					x	0.3389			-	1866.27		
Tejado al sol	658.1	x	82.14					x	0.2925			-	15811.48		
					Fc	0.91	x	Sub-total			16771.63				
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	X	Factor sombra			=	Total				
Cristal Norte	-	-	-	-	-	-	-			-	-				
Cristal Este	163.72	x	226	x	0.85	x	0.55			-	17297.84				
Cristal Sur	-	-	-	-	-	-	-			-	-				
Cristal Oeste	21.86	x	226	x	0.85	x	0.55			-	2309.62				
					Fc	0.91	x	Sub-total			17888.27				
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe			X	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total				
Cristal Norte	-	-	-			-	-			-	-				
Cristal Este	163.72	x	18.64			x	1.04			-	3173.81				
Cristal Sur	-	-	-			-	-			-	-				
Cristal Oeste	21.86	x	18.64			x	1.04			-	423.77				
					Fc	0.91	x	Sub-total			3282.14				
CALOR INTERNO															
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS															
Numero de equipos		x	Potencia (W)		x	3.412			=	Total					
20		x	46		x	3.41			-	3139.04					
					Fc	0.91	x	Sub-total			2863.81				
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION															
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámparas			=	Total			
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	5			-	426.5			
					Fc	0.91	x	Sub-total			389.10				
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA															
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE	x	Fc	=	Total					
245	x	20			x	0.87	-	0.91	-	3889.22					
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE			Total						
155	x	20			x	0.87			2697						
							Sub-total			6586.22					
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION															
GANANCIA DE CALOR LATENTE															
CFM	x	Relacion humedad (Ext)		(-)	Relacion humedad (Int)		x	0.68	=	Total					
65.86	x	178.71		-	64.64		x	0.68	-	5108.60					
								Sub-total			5108.60				
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE															
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura			=	Total					
65.86	x	1.1			x	25.04			-	1814.05					
								Sub-total			1814.05				
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total				
Pared Norte	122.38	x	20.04			x	0.3389			-	831.15				
Pared sur	-	-	-			-	-			-	-				
Pared Este	-	-	-			-	-			-	-				
Pared Oeste	411.93	x	20.04			x	0.3389			-	2797.65				
Puertas	90.84	x	20.04			x	0.42			-	764.58				
								Subtotal			4393.38				
								FACTOR DE SEGURIDAD			10%				
								RSHG			56420.76				
								RLHG			8586.16				
								RTGH			65006.93				
								RSHR			0.87				
								RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)			5.42				



HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO															
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización					Fecha	05/06/2019								
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez			Proyecto °N	1	Instalacion N°	5								
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA					Habitaciones N°	17-19								
Localidad	Managua, Nicaragua														
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB														
Dimensiones Local	9.47	m	x	3.3	m	=	31.25	m²	x	2.57	m	=	80.32	m³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)			56			
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones	BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp. (°F)			Latitud				
Exterior	100.04	97.1	90	Interior	75	62.6	50	24.8			12°08'36"				
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total			
Pared Norte	-	-	-				-	-			-	-			
Pared Este	-	-	-				-	-			-	-			
Pared Sur	131.88	x	17.015				x	0.3389			-	760.47			
Pared Oeste	265.03	x	14.09				x	0.3389			-	1265.55			
Pared Este	-	-	-				-	-			-	-			
Tejado al sol	339.38	x	82.14				x	0.2925			-	8153.93			
					Fc	0.87	x	Sub-total			8880.59				
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	x	Factor sombra			=	Total				
Cristal Norte	16.44	x	41.50	x	0.85	x	0.55			-	318.96				
Cristal Este	-	-	-	-	-	-	-			-	-				
Cristal Sur	127.55	x	42.00	x	0.67	x	0.55			-	1974.09				
Cristal Oeste	-	-	-	-	-	-	-			-	-				
					Fc	0.87	x	Sub-total			2000.37				
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe				x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total			
Cristal Norte	16.44	x	18.64				-	1.04			-	318.70			
Cristal Este	-	-	-				-	-			-	-			
Cristal Sur	127.55	x	18.64				-	1.04			-	2472.63			
Cristal Oeste	-	-	-				-	-			-	-			
					Fc	0.87	x	Sub-total			2435.05				
CALOR INTERNO															
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS															
Numero de equipos	x	Potencia (W)				x	3.412			=	Total				
12	x	46				x	3.41			-	1883.42				
					Fc	0.87	x	Sub-total			1643.03				
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION															
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámparas			=	Total			
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	4			-	341.2			
					Fc	0.87	x	Sub-total			297.65				
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA															
Calor sensible qs	x	Numero de personas				x	FCE	x	Fc	=	Total				
245	x	12				x	0.87	x	0.87	-	2231.33				
Calor latente ql	x	Numero de personas				x	FCE			Total					
155	x	12				x	0.87			-	1618.2				
					Sub-total			3849.53							
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION															
GANANCIA DE CALOR LATENTE															
CFM	x	Relacion humedad (Ext)	(-)	Relacion humedad (Int)	x	0.68	=	Total							
38	x	178.71	-	64.64	x	0.68	-	2947.57							
					Sub-total			2947.57							
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE															
CFM	x	1.1	x	Diferencial de temperatura	=	Total									
38	x	1.1	x	25.04	-	1046.67									
					Sub-total			1046.67							
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura				x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total			
Pared Norte	185.10	-	20.04				-	0.3389			-	1257.12			
Pared sur	-	-	-				-	-			-	-			
Pared Este	265.10	x	20.04				x	0.3389			-	1800.44			
Pared Oeste	-	-	-				-	-			-	-			
Puertas	52.01	x	20.04				x	0.42			-	437.76			
					Subtotal			3495.32							
					FACTOR DE SEGURIDAD			10%							
					RSHG			24233.00							
					RLHG			5022.35							
					RTGH			29255.35							
					RSHR			0.83							
					RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)			2.44							

HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO												
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización						Fecha	05/06/2019				
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez			Proyecto °N		1		Instalacion N°		4		
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA							Habitaciones N°		14-16		
Localidad	Managua, Nicaragua											
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB											
Dimensiones Local	9.62	m	x	3.33	m	=	32.03	m²	x	2.57	m = 82.33 m³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)		56	
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones	BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp.(°F)		Latitud		
Exterior	100.04	97.1	90	Interior	75	62.6	50	24.8		12°08'36"		
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR												
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Pared Norte	-	-	-				-	-		-	-	
Pared Sur	134.7	x	17.02				x	0.3389			776.96	
Pared Este	132.52	x	29.04				x	0.3389			1304.22	
Pared Oeste	-	-	-				-	-		-	-	
Pared Este	-	-	-				-	-		-	-	
Tejado al sol	433.03	x	82.14				x	0.2925			10403.96	
					Fc	0.90	x	Sub-total		11211.75		
Ganancia solar por radiacion a traves de cristales exteriores												
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	X	Factor sombra		=	Total		
Cristal Norte	16.44	x	41.50	x	0.85	x	0.55			318.95		
Cristal Sur	121.74	x	42.00	x	0.85	x	0.55			2390.36		
Cristal Este	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
Cristal Oeste	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
					Fc	0.90	x	Sub-total		2432.99		
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES												
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Cristal Norte	16.44	x	18.64				x	1.04			318.69	
Cristal Sur	121.74	x	18.64				x	1.04			2360.00	
Cristal Este	-	-	-				-	-		-	-	
Cristal Oeste	-	-	-				-	-		-	-	
					Fc	0.90	x	Sub-total		2405.49		
CALOR INTERNO												
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS												
Numero de equipos			x	Potencia (W)		x	3.412		=	Total		
12			x	46		x	3.412			1883.42		
					Fc	0.90	x	subtotal		1691.33		
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION												
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámparas		x	Total	
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	3			255.9	
					Fc	0.90	x	Sub-total		229.80		
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA												
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE	x	Fc	=	Total		
245	x	12			x	0.87	x	0.90	=	2296.93		
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE			x	Total		
155	x	12			x	0.87				1618.2		
							Sub-total		3915.1251			
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION												
GANANCIA DE CALOR LATENTE												
CFM	x	Relacion humedad ex		-	Relacion humedad int		x	0.68	=	Total		
37.02	x	178.71		-	64.64		x	0.68		2871.55		
								Sub-total		2871.55		
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE												
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura			=	Total		
37.02	x	1.1			x	25.04				1019.68		
								Sub-total		1019.68		
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR												
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Cristal Norte	-	-	-				-	-		-	-	
Cristal Sur	244.88	x	20.04				x	0.3389			1663.12	
Cristal Este	-	-	-				-	-		-	-	
Cristal Oeste	93.23	x	20.04				x	0.3389			633.18	
Puertas	57.93	x	20.04				x	0.42			487.59	
								Sub-total		2783.88		
								FACTOR DE SEGURIDAD		10%		
								RSHG		26479.03		
								RLHG		7465.35		
								RTGH		31417.75		
								RSHR		0.84		
								RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)		2.62		
<div><div></div><div></div></div>												








HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO											
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización					Fecha	05/06/2019				
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez			Proyecto °N		1		Instalacion N°		3	
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA							Habitaciones N°		9-13	
Localidad	Managua, Nicaragua										
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB										
Dimensiones Local	15.89	m	x	3.34	m	=	53.07	m ²	x	2.57	m = 136.40 m ³ Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)		56
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones	BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp.(°F)		Latitud	
Exterior	100.04	97.1	90	Interior	75	62.6	50	24.8		12°08'36"	
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total
Pared Norte	-	-	-				-	-		-	-
Pared Este	-	-	-				-	-		-	-
Pared Sur	155	x	17.02				x	0.3389		-	894.05
Pared Oeste	237.61	x	14.09				x	0.3389		-	1134.61
Pared Este	-	-	-				-	-		-	-
Tejado al sol	576.51	x	82.14				x	0.2925		-	13851.20
					Fc	0.91	x	Sub-total		14487.52	
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	x	Factor sombra		=	Total	
Cristal Norte	-	-	-	-	-	-	-		-	-	
Cristal Este	27.40	x	226.00	x	0.85	x	0.55		-	2894.95	
Cristal Sur	-	-	-	-	-	-	-		-	-	
Cristal Oeste	205.38	x	226.00	x	0.85	x	0.55		-	21699.42	
					Fc	0.91	x	Sub-total		22437.93	
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Cristal Norte	-	-	-			-	-		-	-	
Cristal Este	27.40	x	18.64			x	1.04		-	531.17	
Cristal Sur	-	-	-			-	-		-	-	
Cristal Oeste	205.38	x	18.64			x	1.04		-	3981.41	
					Fc	0.91	x	Sub-total		4116.92	
CALOR INTERNO											
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS											
Numero de equipos		x		Potencia (W)		x		3.412		=	Total
20		x		46		x		3.41		-	3139.04
					Fc	0.91	x	Sub-total		2863.81	
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION											
Potencia (W)	x	FB	x	3.412		x	FCE	x	Numero de lámparas		Total
20	x	1.25	x	3.412		x	1	x	5		426.5
					Fc	0.91	x	Sub-total		389.10	
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA											
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE		x	Fc	=	Total
245	x	20			x	0.87		x	0.91	-	3889.22
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE		Total			
155	x	20			x	0.87		2697			
					Sub-total		6586.22				
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION											
GANANCIA DE CALOR LATENTE											
CFM	x	Relacion humedad (Ext)		(-)	Relacion humedad (Int)		x	0.68		=	Total
68	x	178.71		-	64.64		x	0.68		-	5274.60
					Sub-total		5274.60				
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE											
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura		=	Total		
68	x	1.1			x	25.04		-	1872.99		
					Sub-total		1872.99				
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Pared Norte	-	-	-			-	-		-	-	
Pared sur	-	-	-			-	-		-	-	
Pared Este	442.99	x	20.04			x	0.3389		-	3008.59	
Pared Oeste	-	-	-			-	-		-	-	
Puertas	90.84	x	20.04			x	0.42		-	764.58	
					Subtotal		3773.17				
					FACTOR DE SEGURIDAD		10%				
					RSHG		59213.73				
					RLHG		8768.76				
					RTGH		67982.49				
					RSHR		0.87				
					RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)		5.67				

HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO															
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización						Fecha	05/06/2019							
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez				Proyecto *N		1	Instalacion N°		2					
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA						Habitaciones N°		5-8						
Localidad	Managua, Nicaragua														
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB														
Dimensiones Local	12.76	m	x	3.27	m	=	41.73	m ²	x	2.57	m	=	107.23	m ³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)			56			
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones			BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp.(°F)			Latitud		
Exterior	100.04	97.1	90	Interior			75	62.6	50	24.8			12°08'36"		
GANANCIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)			x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total				
Pared Norte	-	-	-			-	-			-	-				
Pared Este	187.5	x	17.02			x	0.3389			-	1081.51				
Pared Sur	-	-	-			-	-			-	-				
Pared Oeste	-	-	-			-	-			-	-				
Pared Este	-	-	-			-	-			-	-				
Tejado al sol	448.96	x	82.14			x	0.2925			-	10786.69				
						Fc	0.89	x	Sub-total			10514.44			
GANANCIA SOLAR POR RADIACION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS			x	FCE			x	Factor sombra			Total	
Cristal Norte	21.92	-	41.50			x	0.85			x	0.55			425.28	
Cristal Este	165.12	x	42.00			x	0.85			x	0.55			3242.13	
Cristal Sur	-	-	-			-	-			-	-			-	
Cristal Oeste	-	-	-			-	-			-	-			-	
						Fc	0.89	x	Sub-total			3249.08			
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe			x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total				
Cristal Norte	21.92	x	18.64			x	1.04			-	424.93				
Cristal Este	165.12	x	18.64			x	1.04			-	3200.95				
Cristal Sur	-	-	-			-	-			-	-				
Cristal Oeste	-	-	-			-	-			-	-				
						Fc	0.89	x	Sub-total			3212.29			
CALOR INTERNO															
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS															
Numero de equipos		x	Potencia (W)			x	3.412			=	Total				
16		x	46			x	3.41			-	2511.23				
						Fc	0.92	x	Sub-total			2312.93			
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION															
Potencia (W)	x	FB	x	3.412			x	FCE			x	Numero de lámpara			
20	x	1.25	x	3.412			x	1			x	4			
						Fc	0.92	x	Sub-total			314.26			
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA															
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE			x	Fc			Total		
245	x	16			x	0.87			-	0.89			3021.39		
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE							Total		
155	x	16			x	0.87							2157.6		
						Sub-total							5178.99		
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION															
GANANCIA DE CALOR LATENTE															
CFM	x	Relacion humedad (Ext)			(-)	Relacion humedad (Int)			x	0.68			Total		
54.04	x	178.71			-	64.64			x	0.68			4191.75		
						Sub-total							4191.75		
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE															
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura			=	Total					
54.04	x	1.1			x	25.04			-	1488.48					
						Sub-total							1488.48		
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft²-°F)			=	Total				
Pared Norte	253.41	x	20.04			x	0.3389			-	1721.05				
Pared sur	-	-	-			-	-			-	-				
Pared Este	90.46	x	20.04			x	0.3389			-	614.36				
Pared Oeste	90.46	x	20.04			x	0.3389			-	614.36				
Puertas	69.73	x	20.04			x	0.42			-	586.90				
						Subtotal							3536.68		
												FACTOR DE SEGURIDAD		10%	
												RSHG		30414.50	
												RLHG		6984.29	
												RTGH		37398.79	
												RSHR		0.81	
												RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)		3.12	








HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO															
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización						Fecha	05/06/2019							
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez				Proyecto "N"		1	Instalacion N°		1					
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA							Habitaciones N°		1-4					
Localidad	Managua, Nicaragua														
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB														
Dimensiones Local	12.76	m	x	3.3	m	=	42.11	m ²	x	2.57	m	=	108.22	m ³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)		56				
Condiciones	BS	BH	%HR		Condiciones	BS	BH	%HR		Rango Diario de Temp.(°F)		Latitud			
Exterior	100.04	97.1	90		Interior	75	62.6	50		24.8		12°08'36"			
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total				
Pared Norte	187.71	x	14.42				x	0.3389		=	917.33				
Pared Este	127.72	x	29.04				x	0.3389		=	1256.98				
Pared Sur	-	-	-				-	-		=	-				
Pared Oeste	-	-	-				-	-		=	-				
Pared Este	-	-	-				-	-		=	-				
Tejado al sol	600.62	x	82.14				x	0.2925		=	14430.47				
						Fc	0.89	x	Sub-total		14840.42				
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	x	Factor sombra		=	Total					
Cristal Norte	165.33	x	41.50	x	0.85	x	0.55		=	3207.61					
Cristal Este	-	-	-	-	-	-	-		=	-					
Cristal Sur	21.86	x	42.00	x	0.67	x	0.55		=	338.33					
Cristal Oeste	-	-	-	-	-	-	-		=	-					
						Fc	0.89	x	Sub-total		3169.16				
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total					
Cristal Norte	165.33	x	18.64			x	1.04		=	3205.02					
Cristal Este	-	-	-			-	-		=	-					
Cristal Sur	21.86	x	18.64			x	1.04		=	423.77					
Cristal Oeste	-	-	-			-	-		=	-					
						Fc	0.89	x	Sub-total		3243.21				
CALOR INTERNO															
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS															
Numero de equipos		x	Potencia (W)		x	3.412		=	Total						
16		x	46		x	3.41		=	2511.23						
					Fc	0.89	x	Sub-total		2244.40					
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION															
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámparas		=	Total				
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	4		=	341.2				
						Fc	0.92	x	Sub-total		314.26				
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA															
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE	x	Fc	=	Total					
245	x	16			x	0.87		0.89	=	3048.03					
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE				Total					
155	x	16			x	0.87				2157.6					
								Sub-total		5205.63					
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION															
GANANCIA DE CALOR LATENTE															
CFM	x	Relacion humedad (Ext)		(-)	Relacion humedad (Int)		x	0.68	=	Total					
52.87	x	178.71		-	64.64		x	0.68	=	4101.00					
								Sub-total		4101.00					
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE															
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura		=	Total						
52.87	x	1.1			x	25.04		=	1456.25						
								Sub-total		1456.25					
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total					
Pared Norte	-	-	-			-	-		=	-					
Pared sur	275.01	x	20.04			x	0.3389		=	1867.75					
Pared Este	-	-	-			-	-		=	-					
Pared Oeste	121.72	x	20.04			x	0.3389		=	826.67					
Puertas	73.9	x	20.04			x	0.42		=	622.00					
								Subtotal		3316.42					
								FACTOR DE SEGURIDAD		10%					
								RSHG		34795.35					
								RLHG		6884.46					
								RTGH		41679.81					
								RSHR		0.83					
								RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)		3.47					





HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO															
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización						Fecha	05/06/2019							
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez				Proyecto °N		1	Instalacion N°		10					
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA						Habitaciones N°		Sala de Estudio						
Localidad	Managua, Nicaragua														
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB														
Dimensiones Local	7.43	m	x	3.27	m	=	24.30	m ²	x	2.57	m	=	62.44	m ³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local			Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)			56			
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones	BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp.(°F)			Latitud				
Exterior	100.04	97.1	90	Interior	75	62.6	50	24.8			12°08'36"				
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft ²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft ² -°F)		=	Total				
Pared Norte	158.77	x	14.42				x	0.3389		=	775.90				
Pared Este	-	-	-				-	-		=	-				
Pared Sur	-	-	-				-	-		=	-				
Pared Oeste	96.87	x	14.09				x	0.3389		=	462.56				
Pared Este	-	-	-				-	-		=	-				
Tejado al sol	384.49	x	82.14				x	0.2925		=	9237.74				
							Fc	0.93	x	Sub-total	9695.09				
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft ²)	x	FGCS	x	FCE	x	Factor sombra		=	Total					
Cristal Norte	165.12	x	41.50	x	0.85	x	0.55		=	3203.53					
Cristal Este	-	-	-	-	-	-	-		=	-					
Cristal Sur	1.20	x	42.00	x	0.85	x	0.55		=	23.56					
Cristal Oeste	-	-	-	-	-	-	-		=	-					
							Fc	0.93	x	Sub-total	2986.48				
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES															
Orientacion	Área útil (ft ²)	x	DTCEe			x	U(BTU/hr-ft ² -°F)		=	Total					
Cristal Norte	43.49	x	18.64			x	1.04		=	843.08					
Cristal Este	-	-	-			-	-		=	-					
Cristal Sur	-	-	-			-	-		=	-					
Cristal Oeste	21.74	x	18.64			x	1.04		=	421.44					
							Fc	0.93	x	Sub-total	1170.24				
CALOR INTERNO															
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS															
Numero de equipos		x	Potencia (W)		x	3.412		=	Total						
19		x	46		x	3.41		=	2982.09						
							Fc	0.93	x	Sub-total	2759.74				
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION															
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámpara	=	Total					
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	4	=	341.2					
							Fc	0.93	x	Sub-total	315.76				
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA															
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE	x	Fc	=	Total					
245	x	19			x	0.87	x	0.93	=	3747.89					
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE			Total						
155	x	19			x	0.87			2562.15						
							Sub-total		6310.04						
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION															
GANANCIA DE CALOR LATENTE															
CFM	x	Relacion humedad (Ext)		(-)	Relacion humedad (Int)		x	0.68	=	Total					
47.79	x	178.71		-	64.64		x	0.68	=	3706.96					
							Sub-total		3706.96						
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE															
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura		=	Total						
47.79	x	1.1			x	25.04		=	1316.33						
							Sub-total		1316.33						
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR															
Orientacion	Área útil (ft ²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft ² -°F)		=	Total					
Pared Norte	-	-	-			-	-		=	-					
Pared sur	172.65	x	20.04			x	0.3389		=	1172.56					
Pared Este	118.62	x	20.04			x	0.3389		=	805.61					
Pared Oeste	-	-	-			-	-		=	-					
Puertas	27.66	x	20.04			x	0.42		=	232.81					
							Subtotal		2210.99						
<div> </div>															
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>										<div> </div>					
<div> </div>															

HOJA DE CALCULOS DE CARGAS RESIDENCIALES DE ENFRIAMIENTO											
Proyecto	Diseño de un sistema de climatización					Fecha	05/06/2019				
Preparado por	Br. Pérez, Br. Hernandez			Proyecto °N		1		Instalacion N°		9	
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA						Habitaciones N°		Sala de Usos Múltiples		
Localidad	Managua, Nicaragua										
Espacio usado para	Residencia Estudiantil UNI-RUSB										
Dimensiones Local	6.49	m x	6.52	m =	42.31	m² x	2.57	m =	108.75	m³	Área Bruta
Calculado Para	14:00 pm	Hora solar/local		Presión atmosférica (Psi)			14.7	Elevación (msnm)		56	
Condiciones	BS	BH	%HR	Condiciones	BS	BH	%HR	Rango Diario de Temp.(°F)		Latitud	
Exterior	100.04	97.1	90	Interior	75	62.6	50	24.8		12°08'36"	
GANACIA SOLAR Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO EXTERIOR											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe (°F)				x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total
Pared Norte	-	-	-				-	-		-	-
Pared Este	-	-	-				-	-		-	-
Pared Sur	-	-	-				-	-		-	-
Pared Oeste	-	-	-				-	-		-	-
Pared Este	-	-	-				-	-		-	-
Tejado al sol	452.2	x	82.14				x	0.2925		10864.53	
								Sub-total		10864.53	
GANANCIA SOLAR POR RADIACCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	FGCS	x	FCE	X	Factor sombra		=	Total	
Cristal Norte	169.53	x	41.50	x	0.85	x	0.55			3289.09	
Cristal Este	-	-	-	-	-	-	-		-	-	
Cristal Sur	-	-	-	-	-	-	-		-	-	
Cristal Oeste	-	-	-	-	-	-	-		-	-	
								Sub-total		3289.09	
GANANCIA SOLAR POR CONDUCCION A TRAVES DE CRISTALES EXTERIORES											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	DTCEe			X	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Cristal Norte	169.53	x	18.64			x	1.04			3286.44	
Cristal Este	-	-	-			-	-		-	-	
Cristal Sur	-	-	-			-	-		-	-	
Cristal Oeste	-	-	-			-	-		-	-	
								Sub-total		3286.44	
CALOR INTERNO											
GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS											
Numero de equipos			x	Potencia (W)		x	3.412		=	Total	
1			x	46		x	3.41			156.95	
								Sub-total		156.95	
GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACION											
Potencia (W)	x	FB	x	3.412	x	FCE	x	Numero de lámparas		=	Total
20	x	1.25	x	3.412	x	1	x	4			341.2
								Sub-total		341.20	
GANANCIA DE CALOR POR PERSONA											
Calor sensible qs	x	Numero de personas			x	FCE		=	Total		
245	x	16			x	0.87			3410.40		
Calor latente ql	x	Numero de personas			x	FCE			Total		
155	x	16			x	0.87			2157.6		
								Sub-total		5568.00	
GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACION											
GANANCIA DE CALOR LATENTE											
CFM	x	Relacion humedad (Ext)		(-)	Relacion humedad (Int)		x	0.68	=	Total	
24.72	x	178.71		-	64.64		x	0.68		1917.47	
								Sub-total		1917.47	
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE											
CFM	x	1.1			x	Diferencial de temperatura		=	Total		
24.72	x	1.1			x	25.04			680.89		
								Sub-total		680.89	
GANANCIAS POR TRANSMISION A TRAVES DE ESTRUCTURA INTERIOR											
Orientacion	Área útil (ft²)	x	Diferencial de temperatura			x	U(BTU/hr-ft²-°F)		=	Total	
Pared Norte	-	-	-			-	-		-	-	
Pared sur	169.53	x	20.04			x	0.3389		-	1151.37	
Pared Este	82.16	x	20.04			x	0.3389		-	557.99	
Pared Oeste	82.16	x	20.04			x	0.3389		-	557.99	
Puertas	77.40	x	20.04			x	0.42			651.46	
								Subtotal		2918.82	
								FACTOR DE SEGURIDAD		10%	
								RSHG		27443.16	
								RLHG		4482.58	
								RTGH		31925.74	
								RSHR		0.86	
								RTGH(TONELADAS DE Refrigeración)		2.66	





FOGEL DE NICARAGUA, S.A.

VIVE EL FRIO !!

Km. 5.5 Carretera Norte 300 mts norte. Telf: 2249-0710 Fax: 2249-0810

www.fogel.com.ni

PROFORMA

Cliente: Kennethe Steven Pérez

Fecha: 25-jun-19

Atención: El mismo

No. Prof. 14712409

Dirección: Managua

E-mail: Kennethsperez@gmail.com

Fax/Telf: 7648-1431

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNITARIO	DESC. UNIT	SUB TOTAL
031443	Kits de Aires Acondicionados	21	19.77	3.95	332.14
050217-i	UV38C2D141 Evap. PT 36kBtu, 220V, R22/R410a, Innovair	2	461.33	92.27	738.13
050213-i	VES36C2CS16 Cond 36K Btu, Seer16, 220V, R-410a, Innovai	2	1,455.65	291.13	2,329.04
050334	NIN415C2V32(I) Evap. Pared 12KBtu, Seer 20, 220/1/60, R-41	11	149.41	29.88	1,314.81
050335	NIN415C2V32(O) Cond. 12KBtu, Inverter Seer 20, R410a, 220/	11	335.91	67.18	2,956.01
050337	NIN520C2V32(I) Evap. Pared 18KBtu, Seer 20, 220/1/60, R-41	10	217.32	43.46	1,738.56
050338	NIN520C2V32(O) Cond. 18KBtu, Inverter Seer 20, R410a, 220/	10	516.43	103.29	4,131.44
050368	TINN312C2V32 (I) Evap. Pared 9KBtu, Seer 16, 220/1/60, Foguel	11	134.29	26.86	1,181.73
050338	TINN312C2V32 (O) Cond. 9KBtu, Inverter Seer 16, R410a, 220/1/	11	312.80	62.56	2,752.64

Aires acondicionados en capacidades solicitadas.
Disponibilidad sujeta a inventario



Plazos	Primas	Cuotas
	0.00	0.00
	0.00	0.00
	0.00	0.00

Entrega:	Inst. AA se Programa
Garantía:	12 Meses
Forma de pago:	Efectivo(No Tarjeta)
Plazo:	

SUB TOTAL	\$ 17,474.5
IVA	\$ 2,621.02
TOTAL	\$ 20,095.68

LISTA: LISTA ACTUAL

PROFORMA VALIDA POR 8 DIAS SE NOS RETIENE IR Y ALCALDIA

Estimado cliente, usted puede hacer el pago de su factura en Córdobas o en Dólares, pero si lo hace en Córdobas, deberá ajustar su valor convirtiendo la cantidad en Dólares aquí expresada en base al tipo de cambio oficial que esté vigente el día que nos realice el pago” Arto 16 Ley monetaria

TIPO DE CAMBIO PARA PAGOS EN CORDOBAS DURANTE EL MES 33.9 X US \$1.00

SILVA INTERNACIONAL, S.A.

SINSA CARRETERA MASAYA

KM 8 1/2 CARRETERA MASAYA, FRENTE A PRIMERA ENTRADA A LAS COLINAS

TEL: 22556969

carretera.masaya@sinsa.com.ni

RUC: J0310000001812

ASFC 01/0015/02/2019/4

Tienda: 24 Caja: 38
 Fecha: 27/5/19 Hora: 2:25 PM
 Ticket 536
 Vendedor: 4820 (Marserg Talavera)
 Cajero: 4820

Nombre:
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 RUC# :J0130000006891
 AVNDA UNIVERSITARIA
 MANAGUA NICARAGUA
 Municipalidad: MANAGUA

C O T I Z A C I O N
Q 0 0 2 4 0 3 8 0 0 0 2 9 1

Artículo

%BU%	Cantidad	Precio	Precio en \$	Importe	Monto en \$
MINI SPLIT INVERTER 9,000BTU 220V SEER 18.5 LG					
101050066	11	16,598.19	494.00	348,561.99	5431.00
NUMEROS-HTS:					
MINISPLIT INVERTER 12K BTU 220V SEER 17 LG					
101050082	11	19,218.85	572.00	211,407.35	4480.85
NUMEROS-HTS:					

Subtotal 333,038.16
 Subtotal en \$ 9911.85
 Impuesto 15% 49,955.72

Total 382,993.88
Total en \$ 11,398.63
 Tipo de cambio 33.6

FORMA DE PAGO



CLIMATIZAMOS CON ORGULLO

COTIZACION JIRE-222-28052019-28 MAYO



Local UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Atencion kennethsperez

Email: kennethsperez@gmail.com



Fecha: 28-may-19

Validez: 30 días

Entrega Inmediata

DETALLE DE LA PROPUESTA DE SERVICIOS POR UNIDAD						
Tipo de Servicio	SUMINISTRO DE INSTALACION					
DETALLE DE EQUIPOS						
EVAPORADORA PARED 12.000BTU DAIKIN SEER 18 R410 220V FTKS12SL216 CONDENSADORA PARED 12,000BTU DAIKIN SEER 18 R410 220V RKS12SL216						
11	Aire Acondicionado Split tipo SPLIT PARED HASTA SEER 18				\$ 588.00	\$ 6468.00
	Marca:	DAIKIN	Refrigerante:	R-410		
	Capacidad:	12,000 BTU	Tipo:	PARED INVERTER		
	Voltaje:	220 V	SEER:	SEER 18		
11	INSTALACION DE UNIDAD SPLIT PARED A UNA DISTANCIA MAXIMADE 15 PIES DE TUBERIA ENTRE EVAPORADORA Y CONDENSADORA.				\$ 130.00	\$ 1,430.00
EVAPORADOR PARED 12K 220V SEER 23 R-410A MCQUAYMQIS-234012 CONDENSADOR PARED 12K 220V SEER 23 R-410A MCQUAY MQIS-234012						
11	Aire Acondicionado Split tipo SPLIT PARED HASTA SEER 23				\$ 764.09	\$ 8404.99
	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410		
	Capacidad:	12,000 BTU	Tipo:	PARED INVERTER		
	Voltaje:	220 V	SEER:	SEER 23		
11	INSTALACION DE UNIDAD SPLIT PARED A UNA DISTANCIA MAXIMADE 15 PIES DE TUBERIA ENTRE EVAPORADORA Y CONDENSADORA.				\$ 130.00	\$ 1,430.00
EVAPORADORA SPLIT PISO TECHO, 36k 220V SEER 23						
2	Aire Acondicionado Split tipo SPLIT PISO TECHO HASTA SEER 18				\$ 1,735.13	\$ 3,470.26
	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410		
	Capacidad:	36,000 BTU	Tipo:	PARED INVERTER		
	Voltaje:	220 V	SEER:	SEER 23		
2	INSTALACION DE UNIDAD SPLIT PARED A UNA DISTANCIA MAXIMADE 15 PIES DE TUBERIA ENTRE EVAPORADORA Y CONDENSADORA.				\$ 230.00	\$ 460.00
Observaciones: Para un mejor rendimiento de las unidades se recomienda realizar mantenimiento preventivo tres veces al año y mantenimiento general dos veces al año					Sub Total	\$ 21663.16
					15 % IVA	\$ 3,249.49
					Total	\$ 24912.16
Garantía equipo	1 año de garantía en el compresor y 1 año en partes. Siempre y cuando las fallas sean debido a defectos de fabricación. No cubre variaciones de voltaje, fallas eléctricas, golpes, incendios, inundaciones,humedad en controles.					
Garantía Mantenimientos						

Nuestros precios son los mejores, equivalentes a la calidad ofrecida. Si tiene una mejor oferta consúltenos



Factura - Proforma



No. RUC: J0310000121257

Cliente:	Universidad Nacional de Ingeniería UNI
Representante:	Kenet Perez
Caso:	Unidades de AC varias 12,000 , 9,000 y 36,000 BTU
Email:	kennethperez@gmail.com
Teléfono / Fax:	84765631
Fecha:	17/06/2019

Vendedor:	Lic. Yahosca Velasquez
Numero:	82401426-75309524
Email:	
Validez (Oferta)	15 dias
Forma de pago	
Tiempo de Entrega	Inmediata
Duración / trabajos	

RUC J0130000006891

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL US
22	Unidad de Aire Acondicionado de 9,000 BTU evaporador-condensador 220 vol SEER: 18 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: COMFORT STAR	\$430.00	\$9,460.00
10	Unidad de Aire Acondicionado de 12,000 BTU evaporador-condensador 220 vol SEER: 18 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: COMFORT STAR	\$460.00	\$4,600.00
2	Unidad de Aire Acondicionado de 36,000 BTU evaporador-condensador 220 vol SEER: 18 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: COMFORT STAR	\$1,590.00	\$3,180.00
32	Instalacion de Split Pared, Estándar	\$80.00	\$2,560.00
2	Instalacion de Split Piso Techo , Estándar	\$150.00	\$300.00
	INCLUYE: Montaje de condensadora y Evaporadora, Acoplamiento de tubería 12 pies de distancia con su Insulacion de armaflex incluido, suministro e instalación de tubería de drenaje, suministro e instalación de soportaria de condensadora elaborada a base de angulares y pintura anticorrosiva, carga completa de refrigerante y mano de obra profesional.		
Subtotal			\$20,100.00
I.V.A.			\$3,015.00
Total			\$23,115.00

☐ Filtro deshidratador ☐ Ojo Visor ☐ Protector de Voltaje

En Caso de ser aceptada nuestra oferta, favor remitirla sellada y firmada.

CLIMATIZANDO TU MUNDO



Garantía: 5 años por compresor, 1 año partes del equipo y 6 meses por instalación.

Forma de Pago: 0.00% Adelanto 0.00% a la puesta de los equipos en el sitio de la obra
por Avance 100.00% a la recepción final de los trabajos

Crédito de: días a partir de la fecha de recibido los trabajos

Observación: Elaborar cheque a nombre de AMBIENTE CLIMATIZADO,S.A

Ambiente Climatizado,S.A; no se hace responsable por atrasos generados por las obras civiles,Instalacion no cubre Acometidas Electricas

Elaborado Por:
Lic. Yahosca Velasquez
Departamento de Ventas
Delicias del Volga 2c Abajo M/I
Tel:22663447

Autorizado por:

Nombre y Firma del Cliente



Nuestros precios son los mejores, equivalentes a la calidad ofrecida. Si tiene una mejor oferta consúltenos

ComfortStar®
Air Conditioning and Heating

Factura - Proforma

LENNOX
Innovation never felt so good.™

No. RUC: J0310000121257

Cliente: Universidad Nacional de Ingeniería UNI
Representante: Kenet Perez
caso: Unidades de AC varias 12,000 , 9,000 y 36,000 BTU
Email: kennethperez@gmail.com
Teléfono / Fax: 84765631
Fecha: 17/06/2019

Vendedor: Lic. Yahosca Velasquez
Numero: 82401426-75309524
Email: _____
Validez (Oferta) 15 días
Forma de pago _____
Tiempo de Entrega Inmediata
Duración / trabajos _____

RUC J0130000006891

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL US
22	Unidad de Aire Acondicionado de 9,000 BTU evaporador-condensador 220 vol SEER: 17.6 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: MIDEA	\$440.00	\$9,680.00
10	Unidad de Aire Acondicionado de 12,000 BTU evaporador-condensador 220 vol SEER: 17.6 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: MIDEA	\$460.00	\$4,600.00
2	Unidad de Aire Acondicionado de 36,000 BTU evaporador-condensador 220 vol SEER: 15.5 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: MIDEA	\$1,430.00	\$2,860.00
32	Instalacion de Split Pared, Estándar	\$80.00	\$2,560.00
2	Instalacion de Split Piso Techo , Estándar	\$150.00	\$300.00
	INCLUYE: Montaje de condensadora y Evaporadora, Acoplamiento de tubería 12 pies de distancia con su Insulacion de armaflex incluido, suministro e instalación de tubería de drenaje, suministro e instalación de soportaria de condensadora elaborada a base de angulares y pintura anticorrosiva, carga completa de refrigerante y mano de obra profesional.		
		Subtotal	\$20,000.00
		I.V.A.	\$3,000.00
		Total	\$23,000.00

☐ Filtro deshidratador ☐ Ojo Visor ☐ Protector de Voltaje

En Caso de ser aceptada nuestra oferta, favor remitirla sellada y firmada.

CLIMATIZANDO TU MUNDO



Garantía: 5 años por compresor, 1 año partes del equipo y 6 meses por instalación.

Forma de Pago: 0.00% Adelanto 0.00% a la puesta de los equipos en el sitio de la obra
por Avance 100.00% a la recepción final de los trabajos

Crédito de: _____ días a partir de la fecha de recibido los trabajos

Observación: Elaborar cheque a nombre de AMBIENTE CLIMATIZADO,S.A

Ambiente Climatizado,S.A; no se hace responsable por atrasos generados por las obras civiles, Instalacion no cubre Acometidas Electricas

Elaborado Por:
Lic. Yahosca Velasquez
Departamento de Ventas
Delicias del Volga 2c Abajo M/I
Tel:22663447

Autorizado por:

Nombre y Firma del Cliente

consúltenc

Factura Proforma

innovair
innovative ideas in air conditioning

INVERTER



ACSA
AMBIENTE CLIMATIZADO

No. RUC: J0310000121257

Cliente: **Universiad Nacional de Ingenieria UNI**
Representante: **Kenneth Perez**
caso: **SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE DUCTERIA
INSTALACION INCLUYE SISTEMA DUCTO FABRICADO DE
LAMINA DE FIBRA RIGIDA , DIFUSORES , REJILLAS , DANPERS
MANUALES ACCESORIOS Y MANO DE OBRA , BALANCEO Y
PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO.**
Email: **kennethsperez@gmail.com**
Teléfono / Fax:
Fecha: **18/06/2019**

Vendedor: **Lic. Yahosca Velasquez**
Código: **YAV**
Email: **ventas2@ambienteclimatizado.com**
Validez (días): **15 días**
Forma de pago: **Contado**
Tiempo de Entrega: **inmediato**
Duración / trabajos: **1 día de trabajo**

Dirección:

Cantidad	Descripción	Prc. Unitario	Total US
1	A/C CENTRAL DE 30 TONELADAS 3PH, MODELO LCH36H4 MARCA LENOX	\$21,200.00	\$21,200.00
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE DUCTERIA INSTALACION INCLUYE SISTEMA DUCTO FABRICADO DE LAMINA DE FIBRA RIGIDA , DIFUSORES , REJILLAS , DANPERS MANUALES ACCESORIOS Y MANO DE OBRA , BALANCEO Y PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO.	\$10,500.00	\$10,500.00
1	INSTALACION DE A/C 30 TONELADAS , Montaje de Maquina con montaje de grua , estructura de montaje de unidad .	\$2,880.00	\$2,880.00
 			
<input type="checkbox"/> Filtro deshidratador <input type="checkbox"/> Ojo Visor <input type="checkbox"/> Protector de Voltaje			Sub total \$34,580.00
			Sub Total \$34,580.00
			I.V.A. \$5,187.00
			Total \$39,767.00



Oferta Económica N°FVTO 010-25062019

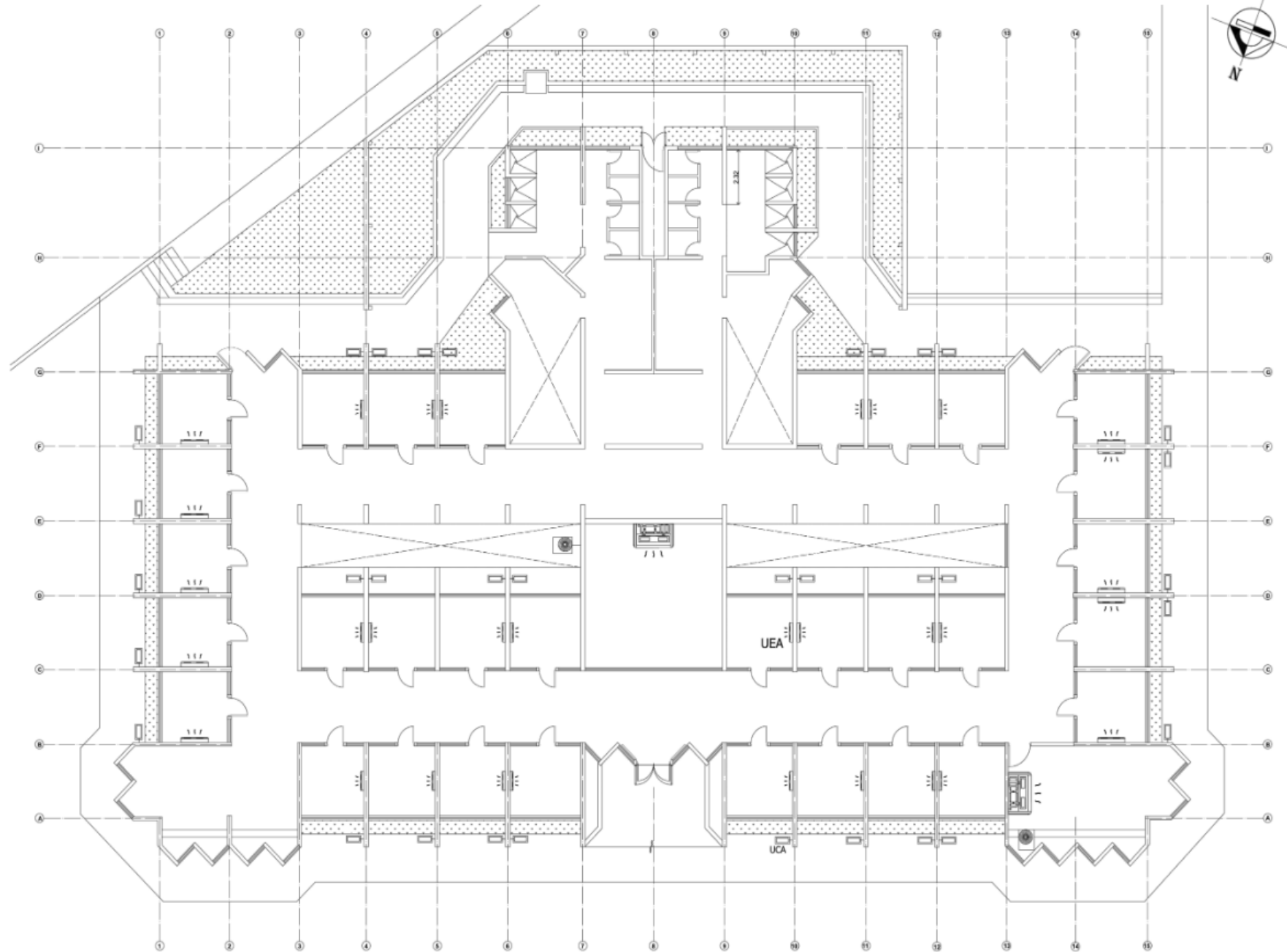
Cliente: CARLOS GAITAN H.
Atención: CARLOS GAITAN H
carlosgaitan1996@gmail.com
E-mail: ail.com
Dirección: Managua

Fecha: 25/06/2019
Teléfono:
Validez: 15 DIAS
Entrega: INMEDIATA

DETALLE DE LA PROPUESTA DE SERVICIO						
SUMINISTRO DE UNIDAD DE 18K SPLIT PARED MARCA MCQUAY						
Cant	Descripción	Cto/Unitario	Cto/Total			
10	Marca: MCQUAY Capacidad: 18 K Refrigerante: R-410 Voltaje: 220 V SEER: 23 Tipo: SPLIT PARED Mod : MQIS 234018	\$ 880.00	\$ 8800.00			
Para un mejor rendimiento de las unidades se recomienda realizar mantenimiento preventivo tres veces al año y mantenimiento general dos veces al año		SUBTOTAL	\$ 8800.00			
		IVA (15%)	\$ 1320.00			
		TOTAL	\$ 10120.00			
Garantía equipos	1 año de garantía en el compresor y 1 año en partes. Siempre y cuando las fallas sean debido a defectos de fabricación. No cubre variaciones de voltaje, fallas eléctricas, golpes, incendios, inundaciones,humedad en controles.					
Garantía mantenimientos		cinco días una vez finalizado el trabajo (ruidos, goteos, mal ajuste en carcasa)				
Forma de pago	Contado	100%	Adelanto	100%	puesta de equipos en la	0%
			Por avance	0%	Al finalizar los trabajos	0%
Credito de	XX	días a partir de la fecha de recibido los trabajos (pago final)				
Cargos x mora	X%	Sobre saldo por día de retraso después de la fecha de vencimiento del crédito.				
Observación	Emitir cheque a nombre de AIRTEC, S.A - RUC# J0310000040664 - T/C paralelo a Bancentro.					

Lic. FRANCIS TELLEZ
AIRTEC, S.A
 Tel. 2250-8989 Ext.5004
ventas4@airtec.com.ni

Autorizado por:
 Nombre y firma del client
 Cel 82725113



PLANTA ARQUITECTONICA
ESCALA 1/75



OFICINA TÉCNICA
DE PROYECTOS

NOMENCLATURA

- PARED
- PUERTA
- VENTANA
- COLUMNA
- ESCALERA

ARQUITECTURA
Arq. Claudio López
ESTRUCTURA
Ing. ESTRUCTURAL
ELECTRICO
Ing. ELECTRICO
CLIMATIZACION
Ing. MECANICO
HIDRAULICO
Ing. CIVIL
INFORMÁTICA
Ing. SISTEMAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL
RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
CARRILLO DE INSTITUCIONES
DR. KENNETH STEVEN PÉREZ, DR. CARLOS ELIAS GAITAN HERNÁNDEZ



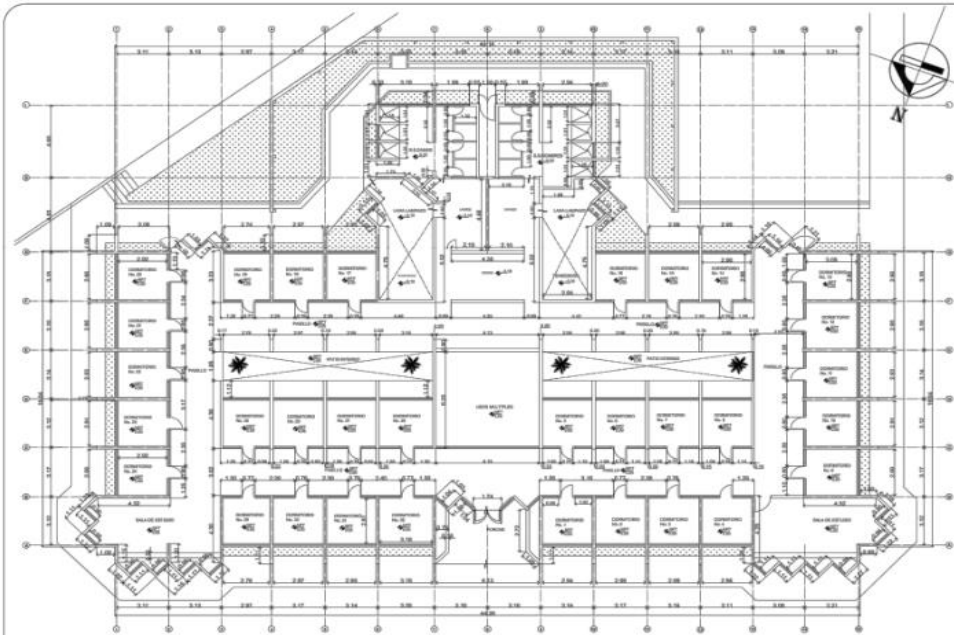
RESUMEN

OBJETO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FECHA: JUNIO 2019
LUGAR: MANAGUA, NICARAGUA
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FECHA: JUNIO 2019
LUGAR: MANAGUA, NICARAGUA
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FECHA: JUNIO 2019
LUGAR: MANAGUA, NICARAGUA

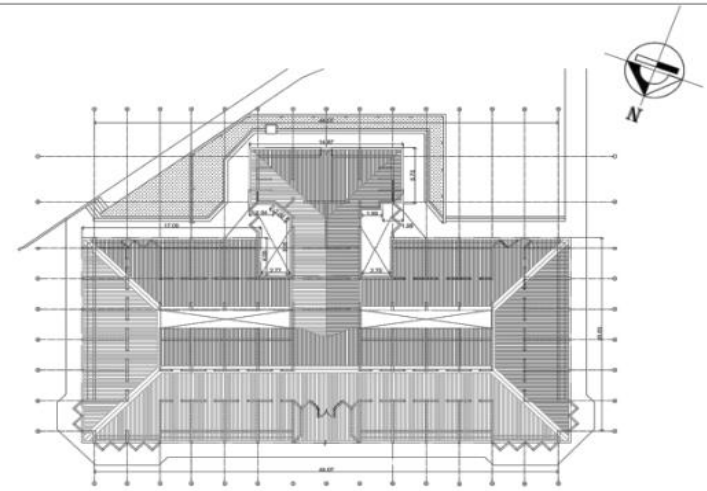
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FECHA: JUNIO 2019
LUGAR: MANAGUA, NICARAGUA
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FECHA: JUNIO 2019
LUGAR: MANAGUA, NICARAGUA
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDANTIL DEL RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FECHA: JUNIO 2019
LUGAR: MANAGUA, NICARAGUA

ESPECIALIDAD: A/A 1

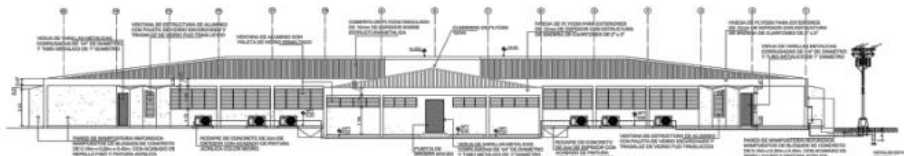
DE 3 TOTAL 3



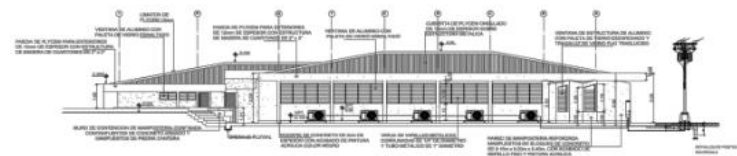
PLANTA ARQUITECTONICA
 ESCALA 1:200



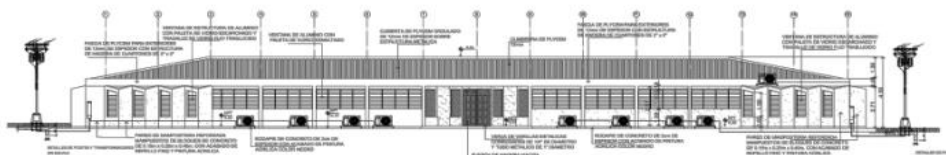
PLANTA DE CUBIERTA
 ESCALA 1:200



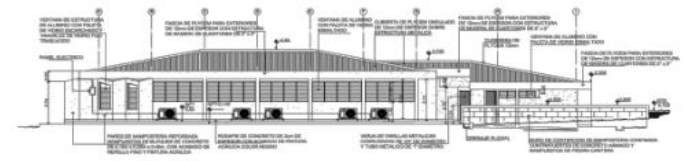
ELEVACION SUR
 ESCALA 1:125



ELEVACION ESTE
 ESCALA 1:125



ELEVACION NORTE
 ESCALA 1:125



ELEVACION OESTE
 ESCALA 1:125



OFICINA TÉCNICA DE PROYECTOS

MEMORIA
 ARQUITECTURA
 Ing. Claudia López
 ESTRUCTURA
 Ing. Efraim
 ELECTRICIDAD
 Ing. Efraim
 TUBERÍA
 Ing. Efraim
 REFRIGERACIÓN
 Ing. Efraim
 INFORMÁTICA
 Ing. Efraim

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
 PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA LA RESIDENCIA ESTUDIANTE DEL
 RECINTO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.
 AUTORES: KENNETH STEVEN PÉREZ, BR. CARLOS ELIAS GATÁN HERNÁNDEZ



INDICACIONES
 1. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 2. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 3. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 4. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 5. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 6. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 7. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 8. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 9. Se debe leer el proyecto en su totalidad.
 10. Se debe leer el proyecto en su totalidad.

PROFESOR: Ing. Roberto Rivas M.
 PROFESOR: Ing. Donal Pérez Palma
 PROFESOR: LUIS - RUBEN
 PROFESOR: Managua, Nicaragua

FECHA: Junio 2019
 ESCALA: INDICADA
 INDICADA: A/A 2

3 3



TABLA A.8. RESISTENCIA DE MATERIALES AISLANTES Y DE CONSTRUCCION

DESCRIPCION	DENSIDAD lb/ft ³	resistencia	
		por pulgadas	por espesor nominal
TABLERO			
Tableros, paneles, contrapiso recubrimientos productos de tabal de madera			
tablero de asbesto cemento.....	120	0.25	
tablero de asbesto cemento..... 0.125 in	120		0.03
tablero de asbesto cemento..... 0.25 in	120		0.06
tablero de yeso..... 0.375 in	50		0.32
tablero de yeso..... 0.5 in	50		0.45
tablero de yeso..... 0.625 in	50		0.56
triplay.....	34	1.25	
triplay..... 0.25 in	34		0.31
triplay..... 0.375 in	34		0.47
triplay..... 0.5 in	34		0.62
triplay..... 0.625 in	34		0.77
triplay o tablero de madera..... 0.75 in	34		0.93
tablero de fibra vegetal			
recubrimiento densidad regular..... 0.5 in	18		1.32
recubrimiento, densidad intermedia..... 0.78125 in	18		2.06
recubrimiento para clavar..... 0.5 in	22		1.22
respaldo de tejamil..... 0.375 in	18		1.14
respaldo de tejamil..... 0.3125 in	18		0.94
tablero antiruido..... 0.5 in	15		0.78
			2.35
tablero de ceramica, simple o			
acustico.....	18	2.50	
..... 0.5 in	18		1.25
..... 0.75 in	18		1.89
laminados de pape	30	2.00	
carton omogeneo de papel reciclado			
tablero duro.....	30	2.00	
densidad media.....	50	1.37	
alta densidad, servicios de temperatura, servicio.....	63	1.00	
sobrepuestos.....	55	1.22	
alta densidad, templado normal.....	63	1.00	
Anglomerados			
Baja densidad.....	37	1.85	
densidad media.....	50	1.06	
Alta densidad.....	62.5	0.85	
Base..... 0.625 in	40		0.82
contrapiso de madera..... 0.75 in			0.94
MEMBRANAS DE CONSTRUCCION			
Filtro permeable al vapor.....			0.06
sello de vapor, 2 capas de			
fieltro 15 lb.....			0.12
sello de vapor, membrana plastica.....			Neg
MATERIALES DE TERMINADOS DE PISO			
carpeta y capa fibrosa.....			2.08
carpeta y capa de hule.....			1.23
losetas de corcho..... 0.125 in			0.28
terrazo..... 1 in			0.08
losetas de asfalto, vinilo, hule.....			0.05
asbesto vinilo.....			
ceramica.....			
Madera acabado de madera dura..... 0.75 in			0.68
MATERIALES AISLANTES			
colconeta y tabla			
Fibra mineral, lana de roca,			
escoria o vidrio.....	0.3-2.0		7
aprox 2 a 2.75 in.....	0.3-2.0		11
aprox 3 a 3.5 in.....	0.3-2.0		19
aprox 3.50 a 6.50 in.....	0.3-2.0		22
aprox 6 a 7 in.....	0.3-2.0		30
aprox 8.5 in.....	0.3-2.0		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS LÁMINAS

Espesor de la lámina	2.00 mm
Largo	1.50 hasta 12.00 m
Ancho total	94.0 cm
Ancho útil	79.0 cm
Número de ondas	10.5 ondas
Profundidad de la onda	1.8 cm
Distancia entre ondas	8.8 cm
Solape longitudinal	10-15 cm
Solape transversal	1 1/2 ondas
Peso por metro lineal	4.53 kg/ml
Peso por metro cuadrado	5.70 kg/m ²
Aislamiento acústico	Reduce el ruido en 20 dB con respecto al zinc
Espesor del acero (ASTM 366)	0.35 mm
Acero galvanizado (ASTM 653)	
Volado máximo	30.0 cm
Resistencia térmica (a T 68.0 °C)	0.00370 (m ² h °C/Kcal)
Pendiente mínima	5%
Distancia entre apoyos	1.75 m
Colores interiores	Aluminio, Verde, Azul, Blanco, Rojo.
Colores exteriores	Aluminio, Blanco, Verde, Azul Opaco
Brillo Especular:	
Color	Reflectancia %
Rojo Teja	70
Rojo Ladrillo	75
Aluminio	92
Blanco	95
Verde Opaco	82
Azul Opaco	84

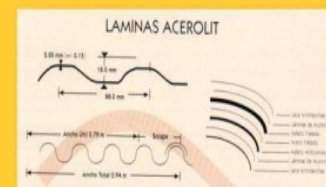


TABLA A.9. RESISTENCIA TERMICA R DE SUPERFICIES CON PELICULAS Y ESPACIO DE AIRE (h.ft².F/BTU)

Posición del espacio de aire	Dirección del flujo de aire	Espesor del espacio de aire			
		1/2"	3/4"	1 1/2"	3 1/2"
		Valor de R			
Horizontal	Arriba	0.84	0.87	0.89	0.93
Inclinado a 45°	Arriba	0.90	0.94	0.91	0.96
Vertical	Horizontal	0.91	1.01	1.02	1.01
Horizontal	Abajo	0.92	1.02	1.14	1.21
Inclinado a 45°	Abajo	0.92	1.02	1.09	1.05



Foto N°2- Residencia Estudiantil UNI-Planta Sur



Fig N°3- Residencia Estudiantil UNI-Planta Sur y techo



Fig N°4- Residencia Estudiantil UNI- Habitaciones de Residencia Estudiantil



Fig N°5- Residencia Estudiantil UNI- Habitaciones de Residencia Estudia



Fig N°7- Residencia Estudiantil UNI- Habitaciones de Residencia Estudiantil



Imagen 3. Sala de estar. Fuente: Autores, 2013



Imagen 4. Sala de computación. Fuente: Autores, 2013

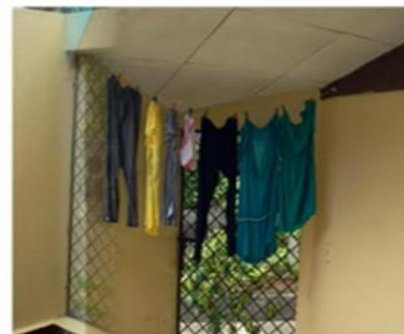


Imagen 5. Lavandería. Fuente: Autores, 2013

FigN°8-Residencia Estudiantil UNI- Habitaciones de Residencia Estudiantil

